In Albis 1 fl. 36 x.
Einband – 12 –
1 fl. 48 x.

BHS II K 66-1

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellsc[h]
Bibliothek:
Gruppe: II k
E Nr. 66

Bestimmung der Höhen

der

bekanntern Berge

des

Canton Bern.

Von

Johann Georg Tralles,

Professor der Mathematik und Naturlehre.

Bern,

im Verlage der litterarischen und typographischen Gesellschaft.

1 7 9

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bestimmung der Höhen der bekanntern Berge des Canton Bern.

Die physische Geographie, welche unter so vielen Gesichtspunkten höchst interessant, und in so manchen Rücksichten dem Weltbürger wichtig seyn muß, hat des bisher auf ihr gewandten Fleißes ohngeachtet, doch nicht den Grad der Vollkommenheit erlangt, welchen andere Theile der natürlichen Philosophie diesem Jahrhundert zu danken haben. Wenn gleich unser Zeitalter sich rühmen kann, seinen Nachkommen wenig neues Land zu entdecken übrig gelassen zu haben, und hierdurch die bloße Erdbeschreibung fast vollständig gemacht, so ist gleichwohl alles übrig was die Natur dieser Länder selbst, ihre physische Beschaffenheit betrift. Man hat an Menschenkenntniß, Völkerkunde gewonnen; den Pflanzenkatalog vermehrt; aber im ganzen mehr die Wißbegierde des handelnden Bürgers über Produkte und Anlage der Länder zu befriedigen gesucht, als die Aussichten derjenigen zu erweitern, welche den Einfluß und die

BIBLIOTHEK DER K. BERGGENERAL BERGWERKSSALINEN ADMINISTR.

Wichtigkeit einer Entdekung nicht nach dem klingenden Nutzen beurtheilen, welchen sie etwa hervorzubringen fähig ist. Allein wir müßen schrittweise gehen; und es steht in der That nicht zu erwarten, daß die erste Kenntniß der Existenz eines Landes unmittelbar mit allen übrigen welche es gewähren kann, in Verbindung stehen soll. Jener Schritt mußte zuerst gemacht werden, und es ist zu hoffen, daß folgende Reisen für die allgemeine Naturlehre reiche Erndte machen werde. Doch wir sollten noch nicht über Mangel an Kenntnissen entfernter Länder klagen, da das Mutterland der Gelehrten selbst noch ziemlich unkultivirt vor uns liegt, mit dessen Kenntniß versehen, wir an andern Orten, wo der Aufenthalt kurz ist, leichter, mehr und sicherer beobachten würden. Das ebene Land, wenn gleich der Untersuchung eines Naturforschers sehr würdig, ist doch arm an Phänomenen in Verhältniß des gebirgigten, wo dem Physiker erlaubt ist, sich hinlänglich zu erheben, um die Atmosphäre zu untersuchen, Experimente welche die Natur im Großen macht, anzusehen; wo der Mathematiker Beobachtungen anstellen kann, welche der praktischen und physischen Astronomie zum Nutzen gereichen können, und die den Botaniker, Mineralogen und Geologen, die nur da den größten Schatz von Bemerkungen sammeln können, nöthige Data geben.

Das erste, was zur Kenntniß eines Landes gehört, ist eine genaue physikalische Charte. In wie höchst geringer Anzahl aber sind solche vorhanden! und doch kann ohne eine solche Vorarbeit fast nichts gemacht werden. In einem gebirgigten Lande kennt der Innländer selbst den Zusammenhang der Gebirge nicht; wie verloren muß sich nicht der Ausländer finden: und wenn der, welcher die Gebirge durchgangen und durchsucht hat, in den Relationen anderer oft sich nicht zu finden weiß, wie viel weniger wird der belehrt werden können, welcher nie in den Gegenden war, von welchen die Rede ist. Die Massen, welche in einem Berglande auf einmal übersehen werden können, sind im Verhältniß des Ganzen zu klein, und ihr durch die Nähe vermehrter augenblicklicher Eindruck von Größe überwältiget uns; so, daß es Mühe kostet, sich das Größere nur vorzustellen. Wie oft geschieht es nicht, daß man den Berg vor Bergen nicht sieht? Und so kann es geschehen, daß man allerley, ein- und ausgehende Winkel und was man sonst gerne will, sieht. Was kann man von der Natur eines Gebirges sagen, wo eine 500 Fuß hohe Wand, den 10000 Fuß hohen Berg versteckt, und nur jene gesehen wird? Die Ferne verschaft uns zwar einen Ueberblick, welcher mehr aufs Ganze geht, aber außer der Schönheit des Anblicks hat

man wenig. Das Unterrichtende geht mit der Entfernung verloren, die den Detail verbirgt oder verwirrt. Mit der Karte in der Hand übersieht man das Ganze, und betrachtet die Stelle, wo man sich befindet, in der Natur gleichsam mikroskopisch; die Beobachtung an mehrern Stellen reihen sich vermittelst des Plans an einander, und bleiben nicht abgerissene Bemerkungen, deren Nutzen nur gering ist, und durch Imagination verbunden, zu falschen Schlüssen Anlaß geben können. Die Mathematik bringt aller Orten, wo sie Zugang bekommen kann, Licht; sollte sie der Geologie nicht nützlich seyn können? sollte man nicht aus der beobachteten Lage einer Gebirgsart und den gegeben Situationen und Massen der Gebirgsketten ꝛc. den Gang dieser Gebirgsart an andern Orten finden können, und wenn die Beobachtung dann auch nicht damit übereinkäme, wäre nicht auch die negative Kenntniß sehr nützlich, würde sie selbst nicht noch zu interessanten Schlüssen Anlaß geben können?

Die Schweiz ist eines der interessantesten, aber wenig bekannten Länder *), welches vielen Stoff

*) Man wird dies nicht sonderbar finden. Beschreibungen von Ansichten, Kupferstiche, ein hie und da gefundenes Mineral machen nicht die physikalische Kenntniß eines Landes aus. Reisende können viel zu wenig in der kurzen Zeit ihres Aufenthalts sehen.

zur natürlichen Geschichte der Erdoberfläche geben würde, wenn man es gehörig untersuchte. Für die allgemeine Naturlehre könnten sehr nützliche Versuche angestellt werden. Bey Gelegenheit einer Aufnahme des Landes *) könnte der Mathematiker außer dem allgemeinen Nutzen, welchen eine Karte stiften würde, den Wissenschaften nützliche Beyträge liefern, Versuche, z. B. über Anziehung der Gebirge; Untersuchung des Gesezes der Refraktion der Erdobjekte, welches bis jetzt noch nicht hinlänglich aufgeklärt worden ist. Die Versuche, das Höhenmessen mit dem Barometer betreffend, könnten für verschiedene Höhen untersucht werden, und würden nicht allein eine so nützliche Regel, wie die aus der beobachteten Barometerhöhe, an einem Ort seine Höhe zu finden gewähren, sondern selbst zur genauern Kenntniß der Atmosphäre vielen Anlaß geben. Jeder der diesen Gegenstand kennt, weiß, daß noch was zu thun übrig ist. Es mangelt in den Gebirgen des Canton Berns nicht an bequemen Orten zu schon beträchtlichen Standlinien. Das Haslithal

*) Es sieht wohl schwerlich mit den Charten irgend eines Landes schlechter aus, als mit denen von der Schweiz, und sonderbar genug ist es: je neuer sie sind, desto schlechter. Die, welche den Reisen von Coxe beygefügt ist, ist sehr unkorrekt, außer das Pays-de-Vaud, welches nach der großen Charte von Mallet kopirt worden ist.

ist sehr eben, und würde eine Basis von ohngefehr 14000 Fuß erlauben. Auf der Grimsel in einer Höhe von etwa 5700 Fuß übers Meer, formirt die Aar bey ihrer Hervorströhmung aus dem Gletscher eine schöne Ebene, eine kleine Stunde lang, freylich mit Wasserkanälen in verschiedenen Richtungen durchschnitten; doch würde dieses die Messung einer Basis nicht unmöglich machen, über welcher man die Erhöhung wenigstens der gegen 6000 Fuß erhabenen Gipfel bestimmen könnte, weil man auf diesen die Reise und zurück zu einem niedern Nachtlager in einem Tage noch würde machen können. Die Folgerungen, welche man dann aus übereinstimmenden Beobachtungen in verschiedenen Höhen, zwischen zwey bis etwa 11000 Fuß übers Meer ziehen könnte, würden gewiß sehr interessant seyn *). Freylich müßte der Mathematiker, wenn solche, wie oben angegebene Untersuchungen, neben der Hauptabsicht, Formirung von Dreyecken zur Bestimmung der vornehmsten Punkte der Charte, statt finden sollten,

*) Herr von Saussüre, welcher sich um die Kenntniß der Savoyischen Alpen und der allgemeinen Naturlehre, welche er so eifrig verfolget, so viele Verdienste erwirbt, hat im Sommer 1788 einen vierzehntägigen Aufenthalt auf dem Col du Géant 1763 Toisen übers Meer gemacht, wo die Resultate der Beobachtungen äußerst unterrichtend, und da nie ein ähnlicher Ort einen Physiker so lange beherberget, auch zugleich sehr neu sind.

mit vorzüglichen Instrumenten versehen seyn, allein die Hauptabsicht selbst erfordert sie schon. Die übrige Mühe und Arbeit ist fast ebendieselbe, als wenn man ein solches Geschäft von Leuten ins Werk setzen läßt, welche nicht mehr zu thun im Stande sind, als Wiesen zu messen, und nicht einmal von der Trigonometrie etwas wissen.

Die Messung welche ich jetzt zu beschreiben vorhabe, war vorzüglich auf die Bestimmung der Höhen von Bergen gerichtet. Angestellte Operationen im Jahr 1788 hatten mir schon die Resultate von einigen verschaft, und ich würde es dabey gelassen haben, wenn nicht neuere um etwa 2000 Fuß fehlerhafte Bestimmungen mir zu Gesichte gekommen wären. Da Irrthümer der Art nicht von einem jeden aufgefunden werden können, so glaubte ich es nützlich, meine Bestimmungen öffentlich mitzutheilen. Um aber etwas Zuverläßiges zu geben, beschloß ich die mir mit meinen Hülfsmitteln mögliche Genauigkeit zu erreichen, also eine neue ausgedehntere Dreyeckverbindung, die sonst noch Nutzen haben kann; und um nicht zu verlangen, mir ohne Beweise zu glauben, die ausführliche Beschreibung.

Messung der Basis.

Man weiß welch eine langwierige und verdrießliche Arbeit es ist, eine Standlinie mit Genauigkeit zu messen. Man verlangte zu einer Absicht, wie der Gegenstand meiner Beobachtungen, wenn ihre Resultate in den Augen des Publikums einigen Werth haben sollen, daß die Messung der Basis mit Stäben geschehe. Die Langsamkeit, mit welcher eine solche Messung fortrückt, ist sehr unangenehm, und falls nicht Vorsichten angewendet werden, welche sehr viele Umstände erfordern, zweifelhaft. Immer hängt die Richtigkeit einer Basis mit 20füßigen Stäben gemessen, von der Genauigkeit mehrerer Beobachtungspunkte und mehrerer Beobachter ab, als wenn die Messung z. E. mit 100füßigen geschieht, oder welches dasselbe ist, als eine Messung, wo man jedes Maas von 100 Fuß auf einmal ablegt, und immer sicher ist, daß das Maas selbst beständig 100 Fuß genau beträgt, es mag alsdenn ein einziger Maasstab oder eine Zusammenfügung mehrer Maasstäbe eine Kette seyn. Es ist einleuchtend, daß wenn man die Messung mit der Kette bisher so sehr beyseite gesetzt, dieses auf nichts anders geschoben werden kann, als daß man an der letzten der eben genannten Forderungen, nehmlich an der Uebereinstimmung der jedesmaligen Ablegung der Ketten-

länge, zweifelte. Allein die Kette eines Feldmessers ist weit davon entfernt, nur als Modell eines Maasstabes dem praktischen Geometer dienen zu können. Welch ein Unterschied unter einem Zusammenhang von metallenen Maasstäben und einer gewöhnlichen sogenannten Meßkette. Daß, was gewöhnlich gesagt wurde, galt von der Kette, nicht von einem zum Messen großer Längen gemachten Instrument; an ein solches, oder der Verbesserung der Kette, dachte man nicht. Man muß daher Hrn. Ramsden loben, daß er die Meßkette zu einem guten Instrument gemacht, mit welchem der General Roy einen Versuch unternommen, welcher die größere Genauigkeit der Messung mit einer solchen Meßkette vor der mit Stäben beweist. Die Fehler, welche man mit einem solchen Instrument in der Anwendung begehen kann, hängen nicht vom Instrument mehr ab, und lassen sich daher durch Aufmerksamkeit auf Nebenumstände ausweichen. Ein Fehler, welchem man ausgesetzt ist, wenn die Kette nicht gehörig gelegt wird, keine gerade Linie formirt, sondern die Glieder in Zickzack liegen, kann beträchtlich werden: formirt jedes Glied mit der geraden zu messenden Linie einen Winkel von 5 Grad, so bringt dies in 100 Fuß einen Fehler von 0,38 Fuß; bey 4 Grad — 0,25; bey 3 Grad — 0,137;

bey 2 Grad — 0,061; bey 1 Grad — 0,015; es sey nun daß die Glieder in Zickzack unter angegebenen Winkeln liegen, oder die ganze Kettenlänge von 100 Fuß um die angezeigten Winkel entweder durch Beugung in der Kettenlinie, oder Seitenabweichung von der zu messenden Linie abgeht. Allein, so groben Fehlern kann man sehr leicht ausweichen; man kann sagen, es ist selbst schwer, in sie zu verfallen. Ein Fehler von einem Grad giebt erst in 100 Kettenlängen, d. i. in 10000 Fuß einen Fehler von anderthalb *); der Fehler wird doppelt ohngesehr, wenn die Glieder in Zickzack oder nach der Kettenlinie und zugleich die ganze Kette beyseite abwiche.

Es ist klar, daß man mit einer Kette destoweniger zu fehlen ausgesetzt ist, je größer die Glieder derselben sind.

Es ist, wenn die Winkelabweichung der Glieder von der Basis, bey einer klein- oder großgliederigten Kette gleich angenommen wird, gleichgültig, ob in

*) Man wird im Verfolg der Operation ein Beyspiel sehen, mit welcher Sicherheit man eine Basis ohne große Sorgfalt messen kann, wo nicht die äußerste Genauigkeit erfordert wird. Ich sage dies nicht etwa um eigne Sorglosigkeit zu beschönigen, denn die Messung ist sehr sorgfältig vollführt worden, sondern nur Leuten, welche im Stande sind und Gelegenheit haben, etwas zu unternehmen, welches Messungen der Art voraussetzt, Muth zu machen.

100 Fuß z. B. 100 oder 500, oder unendlich viel Glieder enthalten sind. Allein, man kann nicht annehmen, daß in längern Gliedern die Winkelabweichung der, welche bey kleinern Gliedern statt finden kann, gleichkomme. Sie wird bey jenem auffallend merklicher, und wird auch leichter verhindert.

Zwey Versuche mit einer eisernen 50füßigen nach gewöhnlicher Art verfertigten Meßkette, deren Glieder einen Fuß lang waren, versicherten mich bey gehöriger Aufmerksamkeit schon eines mittelmäßigen Erfolgs, indem ich ihre Längen auf eine der in der Folge zu beschreibenden ähnlichen Art ablegte. Es wurde in einem Versuch eine Weite von 1100 Fuß und im andern eine von 2500 mit der Kette und mit Maasstäben von Tannenholz auf einem sehr ebenen Boden, dem Fußwege einer Chaussée, gemessen. Zu der letztern Weite bediente ich mich vier zwölffüßiger Maasstäbe, und zum erstern zwanzigfüßiger, welche auf Unterlagen gelegt wurden. Der Unterschied beyder Arten von Messungen betrug im Mittel in 2500 Fuß, 2,5 Zoll, welcher Unterschied selbst zum Theil in der Messung mit den Stäben liegen konnte, oder wenn er, wie es wahrscheinlicher, der Kette zuzuschreiben ist, mit einer bessern Kette und mit mehr Vorsicht veranstalteten Messung gewiß noch sehr verringert werden könnte.

Beschreibung der Meßkette.

In der Ueberzeugung mit einer wohlgemachten Kette geschwinder und genauer als mit Maasstäben die vorgenommene Standlinie messen zu können, ließ ich eine hundert Fuß lange Stahlkette verfertigen *). Die Glieder sind gehärteter Stahl, wo je zwey mit einander durch zwey kurze Platten (s. Fig. 1, ab, cd) etwa halb so stark als die Dicke der Glieder, vermittelst zweyer stählernen Axen, welche durch die Platten und ein Glied gehen, verbunden werden. Die Axen sind in den Platten unbeweglich, aber das Glied kann sich um seine Axe drehen. Die beyden Platten machen vermittelst der Axen, welche sie vereinigen, ein fest zusammengefügtes Stück aus. Damit die Kette zusammengelegt werden könne, geht bey jedem zehnten Gliede die Axe nicht durch die breite sondern durch die schmale Seite des Gliedes; jedes zehnte und jedes eilfte Glied ist daher nicht gleich an beyden Enden beschaffen, sondern es ist an der Seite, welche zwischen den Platten kömmt, die mit 10, 20, 30, ꝛc. bezeichnet sind, dicker, (wie Fig. 3.). In Figur 1 und 2 sind drey Glieder, von oben und von der Seite betrachtet, im Zusammenhang vorgestellt, wo das

*) Nach der in Philos. Transactions Vol. LXXV An Account of the Measurement of a Base on Hounslow Heath gegebenen Beschreibung.

bey l ein Zehntes ist. Die Dicke der Glieder beträgt anderthalb Linien und ihre Breite vier. Von der Axe a bis zu der in e ist die Länge eines Gliedes eine Fußlänge. Die Kette legt sich in parallelepipedischer Form zusammen, so daß sie bequem in einen Kasten etwas mehr als einen Schuh lang und weniger breit und tief, verwahrt werden kann. Die Kette wiegt ohngefähr 20 Pfund.

Bestimmung der Länge der Kette und Anzeige des angenommenen Fußes.

Es ist nicht hinlänglich, nur schlechthin den Namen des angewandten Maaßes anzugeben. Man weiß welche geringe Uebereinstimmung leider gewöhnlich in Längenmaaßen, selbst den bekanntern herrscht *). Da ich mir vorgenommen einige der zu bestimmenden Höhen zur Untersuchung der Regel des Höhenmessens mit dem Barometer anzuwenden, so konnte es mir nicht gleichgültig seyn, in wie fern mein Maaßstab mit einem bekannten übereinstimme, auch die öffentliche Bekanntmachung der Angabe der Berghö-

*) Ich glaube folgende Anmerkung sey bey dieser Gelegenheit nicht überflüßig. Der Pariser Fuß dessen sich die Straßburgischen Künstler bedienen, ist zu klein, ohngefehr um den dritten Theil einer Linie. Ich habe mehrere gesehen unter sich gleich, und zweyen Künstler die Bemerkung mitgetheilt, welches, weil das Maas zu Irrungen Anlaß geben kann, ich öffentlich zu sagen, für gut halte.

hen erforderte es schon. Ich habe unter den vielen Maaßen das bekannteste gewählt, weil sich das bekanntere und gebräuchlichste am leichtesten und genauesten findet. Es ist kein Fußmaaß welches dem Physiker bekannter als das französische, und er kann, ohne erst verdrießliche Reduktionen anzustellen, damit bestimmte Größen sogleich mit andern schon bekannten vergleichen.

Das Modell des französischen Fußes, dessen ich mich in meinen Messungen als Einheit *) bedient habe, ist ein parallelepipedisches Stück Eisen, welches einen Einschnitt hat, (Fig. 4.) in welchem ein anderer parallelepipedischer Stab, genau einen Fuß lang, paßt **), so daß man ihn nur mit Mühe in den Einschnitt bringet. Diese Einschnitte scheinen, so viel dieses hat untersucht werden können, einander parallel. Allein der Stab, welcher in sie paßt, ist nur gegen die eine lange Seite einen Fuß lang, die andere Länge ist um etwas sehr geringes kürzer. Hierdurch

*) Ich habe es der Toise vorgezogen und lieber das zur Einheit annehmen wollen, was wirklich meine Einheit war, als die sechsfache dazu nehmen, obgleich dadurch meine Bestimmungen einem anscheinend geringern Fehler ausgesetzt gewesen wären.

**) Dieses Fußmaas ist von Hrn. Klindworth in Göttingen nach einer von Paris geschickten Toise mit der von ihm bekannten Genauigkeit gemacht worden.

kann man den Stab bequem zwischen die Einschnitte schieben, ohne Gewalt anzuwenden, doch muß er mit Aufmerksamkeit gerade vorgelegt werden.

Ich habe die Entfernung der Einschnitte zur Einheit angenommen, sie läßt sich leicht und mit vieler Gewißheit auf einer meßingenen Skale tragen. Ich lege zu dem Ende das Maaß (so wie es in Fig. 4. ist), den fußlangen Stab herausgenommen, auf eine plane meßingene Regel, fahre dicht an den Einschnitt, wo sie auf der Regel liegen, mit einer scharfen Stahlspitze, welche auf einer Seite eben geschliffen, her; so bekomme ich auf der Regel zwey Linien, welche um einen Fuß von einander abstehen. Man kann sagen, diese Länge sey wenigstens um die Dicke der Schärfe, mit welcher die Linien gezogen sind, kürzer, indem auf jeder Seite die halbe Dicke der Spitze einwärts liegt. Diese Größe beträgt etwa 0,00003 Fuß. Dieser Fehler macht also in 100000 Fuß erst einen Unterschied von 3 Fuß. Allein ich habe die so bey 16,5 Grad Wärme des Reaumürischen Thermometers bestimmte Größe als die Länge eines französischen Fußes angenommen.

Es war mir nicht bekannt, bey welchem Grad der Wärme dieser Maaßstab bestimmt worden war; die Voraussetzung, welche ich mache, indem ich die Wärme 16,5 Grad annehme, ist wahrscheinlich nahe

bey der Wahrheit, indem bey Verfertigung eines solchen Instruments (falls nicht besonders darauf gesehen wird, und dies ist vermuthlich nicht geschehen,) die Handhabung desselben in den Händen eine Wärme mittheilt, welche die gewöhnlichere Temperatur der Werkstatt übertrift. Folgendes trug bey, diese Temperatur als die dem Instrument zugehörige anzusehen, wenn es die wahre Länge haben soll.

An einem englischen Reise-Barometer, woran zwey Skalen befindlich sind, fand ich, wenn es 14 Grad Reaum. warm war, daß meine angenommene Fußlänge genau einen französischen Fuß der Barometerskale, und 12,789 englische Zolle gleich war. Auf der Skale englischer Zolle wird durch einen Vernier der Zoll in $\frac{1}{500}$ getheilt, ich konnte leicht $\frac{1}{2000}$ desselben schätzen. Allein die Skale selbst darf man nur bis auf etwa $\frac{1}{1000}$ eines Zolles genau annehmen, und obige Bestimmung ist auf verschiedenen Theilstrichen gemacht und ein Mittel genommen worden. Es sind aber 12,789 englische Zolle gleich 12 französischen, also trift meine angenommene Fußlänge bis auf die Differenz der Temperatur mit den englischen Skalen überein. Aber man kann nicht annehmen, daß da die englischen Skalen vermittelst einer Maschine getheilt werden, sie während der Operation eine Wärme von 16,5 Grad Wärme haben, ihre Länge also gewiß

nur

nur bey einer geringern Temperatur richtig ist. Diese wird wahrscheinlich nur wenig von 14 Grad verschieden seyn. Indessen dient diese Vergleichung nur um zu zeigen, daß mein angenommenes Fußmaaß nur sehr wenig vom wahren französischen Fuß verschieden sey, obgleich die vollkommene Gleichheit mit demselben dadurch nicht vollkommen bewiesen ist, eben so wenig wie die Vergleichung mit einer Copie von einem von Paris nach Bern geschickten Modell des französischen Maaßes, welche auch übereintreffen; aber ich schließe nichts hieraus, weil ich auf der kopirten Skale nicht die Punkte so fein gefunden habe als zu verlangen war, und ich das Original dazu mit der beygefügten Versicherungsschrift noch nicht Gelegenheit gehabt habe zu sehen.

Indessen ist gewiß, daß wenn mein Maaß nicht genau seyn sollte, die Abweichung desselben vom wahren französischen Fuß, nur die Ausdehnung der Materie desselben für etwa drey reaumürsche Grade beträgt.

Ich setze die Ausdehnung der Fußlänge meines Modells für einen Grad Reaumür = 0,0000143 Fuß, also für 3 Grad 0,00005 F. um diese Größe also kann mein Maaß unrichtig seyn, dies bringt aber erst in 100000 Fuß, 5 Fuß Unterschied.

Ich habe für nothwendig erachtet, über die Länge=

meiner Einheit etwas weitläufig zu seyn; da die barometrische Beobachtungen ein bekanntes Maaß voraussetzen, wenn man Folgen aus Vergleichung barometrischer Höhenbestimmung mit dem trigonometrischen Resultate ziehen will.

Um mit dem angenommenen Maaß die Länge der Kette bestimmen zu können, war es nothwendig, erst größere Maaßstäbe zu machen. Auf einer etwas mehr als 12 Fuß langen Stange von Tannenholz, beynahe einen Zoll dick und 2, 5 Zoll breit, wurden auf der schmälern Fläche 12 meßingene Stifte mit breiten Köpfen in gerader Linie, jede von den andern 1 Fuß entfernt, eingeschlagen. Hierauf wurden die Köpfe mit einem Wetzstein eben geschliffen, um die Spitzen des Stangenzirkels mit Sicherheit setzen zu können, welches auf der Stange selbst, weil die Spitzen ins Holz fallen, nicht geschehen kann. Nun wurde eine feine Claviersaite (vermittelst welcher auch schon vorher die Linie, in welcher die Stifte geschlagen werden mußten, bestimmt worden war,) über die Mitte des ersten und letzten Stiftkopfes gespannt, wodurch auch die andern Köpfe so ziemlich halbirt wurden, und auf den ersten Kopf dicht an der Saite ein feiner Punkt gemacht, und die mit einem Stangenzirkel genau gefaßte Länge eines Fusses 12 mal fortgetragen, wo jeder Punkt auf einen

Stiftkopf und dicht an der Saite fiel. Hiedurch wurde also die Länge von 12 Fuß bestimmt. Auf den andern Stäben wurde die Länge von 12 Fuß durch den Fuß (Fig. 4.) selbst bestimmt, und dies ist gewiß die sicherste Methode, er wurde nemlich auf der schmälern Seite des Stabes gelegt, und scharf an den Einschnitten, wo sie die Stange berührten, mit der Spitze eines scharfen Federmessers zwey feine Einschnitte ins Holz gemacht, dann wurde der Fuß um eine Fußlänge fortgerückt, bis er die zweyte Linie in der Stange genau berührte, welches jedesmal mit einer Loupe untersucht wurde, und dann am andern Ende eine Linie wie vorher gezogen, und so fortan die Länge von 12 Fuß bestimmt, welche mit der Länge durch den Stangenzirkel aufgetragen, gut übereinkam. Die Stangen wurden neben einander gelegt und über die äußern Endpunkte der 12 Fußlänge ein Haar gespannt, welches die Endpunkte der zwey mittlern Stangen so gut schnitt, daß weitere Bemühungen darüber mir nichts genaueres zu versprechen scheinen konnten. Das Schwierige lag darinn, alle vier neben einander gelegte Stangen so zu verschieben, wozu ein Schrauben-Mechanismus nöthig gewesen wäre, daß die vier Anfangspunkte der 12 Fußlänge genau vom ersten Haar zugleich bedeckt wurden, welches ich doch bis auf 0,002 Zoll

erhalten zu haben glaubte, bevor ich die Lage der Punkte am andern Ende beobachtete. Indessen ist es wohl möglich, daß die Ungewißheit der Länge in den 12 Fuß im Mittel 0,002 Zoll betrage. Man setze, daß alle vier Stäbe zugleich um diese Größe zu lang oder zu kurz seyen, so wird der Fehler in 100 Fuß ohngefähr 0,0015 Fuß betragen, also in 100000 Fuß anderthalb Fuß Ungewißheit herrschen.

Die Länge der Kette wurde nun durch diese Maaßstäbe folgendermaßen bestimmt. Die Kette wurde nach einer gespannten Schnur in einem langen mit großen Quadersteinen eben gepflasterten Gange auf den Boden gelegt, wo sie so sehr in gerader Linie lag, als man in der Anwendung der Kette zur Messung nur wünschen kann; sie wurde erst gut gespannt, aber dann ihrem eigenen Mechanismus überlassen, wo es nicht schien, daß sie sich merklich zusammenzogen. Da sie überdem ohne Gewicht gespannt, zur Messung angewandt zu werden bestimmt war, so schien es mir nothwendig, die Länge zwischen der um 100 Fuß von einander entfernt seyn sollenden Punkte, welche auf der Mitte der Axen des ersten und letzten Gliedes gemacht worden waren, in diesem Zustande der Kette zu bestimmen. Es war dafür gesorgt, daß der 12 füßigen Stäbe Länge in gleicher Temperatur mit der Kette bestimmt worden war. Nun wurden

die vier Stäbe neben der Kette so gelegt, daß der erste Punkt des ersten mit dem Anfangspunkt der Kette korrespondirte, und daß die Linie, welche durch den Anfangspunkt der 12 Fuß des einen gezogen war, mit der durch den letzten Punkt der vorherliegenden coincidirte. So wurde zweymal die Zusammenlegung der vier 12 füßigen Stäbe gemacht, man hatte also eine Länge von 96 Fuß; der Rest fand sich (bis zum Punkt der Kette, welcher 100 Fuß vom ersten entfernt seyn sollte,) 4 Fuß 1,265 Zoll. Dies ist ein Mittel aus vier Versuchen zu zwey verschiedenen malen angestellt. Die Extreme differiren um $\frac{3}{4}$ Linie. Nachdem die Basis schon gemessen war, ist wieder eiue Messung der Kette vorgenommen worden, welche mit der angenommenen Länge gut übereinstimmte, wenn für die Differenz der Temperatur Rechnung getragen wurde. Ich nehme die Länge der Kette zu 100,105 Fuß an.

Ich hatte in der Absicht die Länge der Kette genau zu bestimmen, einen großen Stangenzirkel bestellt, wo die Länge dann unmittelbar auf die Kette selbst hätte getragen werden können; allein er war nicht fertig geworden, so daß ich gezwungen war, mich mit der minder genauen Art zu behelfen. Gesetzt nun, eine von den Messungen, die das kleinste oder größte Resultat gegeben, sey die wahre, so fehlt die

Kette um 0,0026 Fuß. Vorher ist wahrscheinlich gemacht worden, daß 100 Fuß im wirklichen Maaß um 0,0015 vom angenommenen Fuß abweichen können; die 100 Fuß der Kette können also, falls beyde Fehler auf einer Seite liegend angenommen werden, um 0,004 Fuß irrig seyn. Dies bringt in 100000 Fuß eine Ungewißheit von 4 Fuß.

Da das angenommene Fußmaaß bey der Längenbestimmung der Kette mit derselben gleiche Wärme hatte, so ist die Länge der Kette bey derselben Temperatur 100,105 Fuß, wo die angenommene Einheit einem französischen Fuß gleichgesetzt worden, nemlich bey 16,5 Grad Reaumür, da die Ausdehnung des Fußmaaßes und der Kette für gleiche Unterschiede der Wärme, der Längen in beyden proportional gehalten wird.

Bestimmung der Länge der Standlinien.

Ich hatte im Sommer 1788 eine Ebene gesucht, um eine Standlinie zu bestimmen, woraus die Höhe einiger Berge hergeleitet werden sollte, welche unter den höhern Bern am nächsten liegen, mir also am wenigsten Zeitverlust verursachen würden, um andere Beobachtungen auf ihren Spitzen anzustellen. Die zwey bekanntern und die nächsten von diesen Bergen sind der Stockhorn und der Niesen. Eine Exkursion für jeden von Bern aus, erfordert etwa drey Tage.

Nahe bey Thun, am See dieses Namens, findet sich eine mittelmäßig große Ebene, welche man mir auf mein Nachfragen als die größte und ebenste beschrieben hatte. Ich habe in der That nachher größere gefunden, allein entferunter, mir also unmittelbar nicht so dienliche. Im gedachten Jahr suchte ich also auf dieser Ebene bey Thun die größte und am vortheilhaftesten gelegene Linie, welche zu messen wäre. Ich maß in der That eine Linie von etwas mehr als 7500 Fuß, und die Winkel für die Berge, doch ohne die dritten Winkel unmittelbar zu messen. Da die Basis mit einer schlechten Kette und nicht genugsamer Sorgfalt gemessen worden, ich auch nicht lange hernach den Entschluß faßte, die Messung weiter zu

treiben und das schon gemachte genauer wieder vorzunehmen, so behielt ich meine Resultate für mich. Ich wunderte mich zu hören, daß man auf dieser Ebene eine mehr als 18000 Fuß lange Linie gemessen haben sollte, weil ich sie von Wäldern so durchschnitten gefunden hatte, daß ich nicht vermuthete, auf einer solchen Distanz von einem Ort zum andern sehen zu können. Auch fand sich nachher, daß man mit zwischengesteckten Zeichen vorlieb genommen hatte, welches, wenn man sich daran begnügt, Winkel bis auf $\frac{1}{4}$ Grad genau zu haben, entsprechend seyn kann.

Am Abend des Tages (den 10ten Junii) wo ich, von einem Wagen mit dem Gepäck der zu den Operationen nöthigen Instrumente und Hülfsgeräthschaften gefolgt, nach Thun gekommen war, untersuchte ich noch einmal die Ebene, in welcher die Messung der Basis vorgenommen werden sollte; fand aber keine vortheilhaftere und längere Linie, als die ich im vorhergehenden Sommer schon gebrauchte.

Am folgenden Morgen wurden des nicht gut anscheinenden Wetters ohngeachtet, weil die Hoffnung auf besseres das Werk für den ganzen Sommer verschoben haben würde, die Sachen zur Messung der Basis zum westlichen Ende der Linie

geführt *). Dieses Ende der Basis war das höchste, an einer grossen Eiche und vom östlichen Ende gut sichtbar, obgleich die Linie durch einige Baumreihen durchgiengen, welche dem östlichen Ende nahe lagen. Das Signal, welches, bevor ich mich zum westlichen Ende begab, an diesem aufgestellt wurde, war vom andern, weil es zu niedrig war, nicht sichtbar. In die Wurzel der Eiche wurde ein eiserner Nagel geschlagen, von welchem der Mittelpunkt des Kopfes den Anfangspunkt der Basis bezeichnete. Ein Zeichen, welches nicht leicht vernichtet werden konnte, da es nur denen, welche es gemacht hatten, wieder findlich war. Nachdem das Signal des östlichen Endes sichtbar geworden, wurde vermittelst eines um eine horizontale Queraxe sich drehenden Fernrohrs, welches über dem Anfangspunkt der Basis stand, der Ort eines ohngefähr 650 Fuß entfernten Punkts in der Linie bestimmt, wo ein Pfahl in die Erde geschlagen wurde,

*) Herr Weiß, welcher bey einer Unternehmung des Herrn Meyers zu Aarau, ein Relief des Schweizergebirges zu liefern beschäftigt ist, ersuchte mich, ihn meinen Operationen beywohnen zu lassen, deren Resultate seiner Arbeit nützlich seyn könnten. Mir war es sehr angenehm, jemand zu haben, der auf die genaue Vollführung der Hülfsleute in der Messung der Basis, außer mir, mit eigenem Interesse Acht geben wollte. Hr. Weiß ließ ein kleines Zelt in der Ebene aufstecken, welches mir sehr diente, die Instrumente während eines Regenschauers ins Trockne zu bringen, und sonst noch nützlich war.

um den das Ende einer mehr als 650 Fuß langen starken Schnur gezogen wurde, deren Anfang beym Anfangspunkt der Basis befestiget war. An der so genau als möglich gespannten Schnur wurden die Unterlagen für die Kette gelegt, welche 30 Fuß lange Latten waren, die, wenn das Erdreich ungleich erhaben war, auf vorher in der Linie geschlagenen Stützen ruhten und beständig dadurch dicht an die gespannte Schnur gehalten wurden. Allein die Ungleichheiten waren selten, und nur bey drey Kettenzügen hatte man 4 Fuß hohe Unterstützung nöthig. Gewöhnlich war der Boden ziemlich eben, so daß die Latten an einigen Orten ihn berührten, an andern durch Keile und dazu gemachten kleinen treppenförmigen Stützen in die gehörige gerade Linie gebracht wurden. So konnten drey Lager für die Kette auf einmal gemacht werden. Die Kette selbst wurde nun auf ihr Lager gelegt, und so dicht an der Schnur, daß sie die Kette fast durchgängig berührte. Der Anfangspunkt der ersten Kette war vom Mittelpunkt des Nagels 34 Zoll 5 Linien gegen das östliche Ende zu entfernt, welches also zu der zu findenden Anzahl von Ketten, Fuße, ꝛc. hinzuzusetzen ist. Neben der Kette und mit ihr in Berührung lagen an zwey verschiedenen Orten zwey Thermometer vor den Sonnenstrahlen geschützt, welche doch dem Werk selten

hinderlich fielen. Wenn die Kette vermittelst der Handgriffe an ihren Enden durch zwey Männer gespannt worden war, überließ man sie ihrem natürlichen Zustande. Dann wurden neben dem Punkt bey 100 Fuß, zwey hölzerne Pflöcke (in ein paar Fällen nur mußten sie ziemlich hoch seyn, welches aber gleichgültig ist,) auf beyden Seiten der Schnur und der Kette in den Boden getrieben, bis ihr Ende etwas niedriger war, als die Kette lag. In jeden der Köpfe dieser Pflöcke wurde ein dünner an den Enden spitzer Stahlcylinder so gesteckt, daß ein feiner Faden um dieselben gespannt, recht winklicht durch die Linie der gespannten Schnur und der Kette gieng, und auf dieser den Punkt bey 100 genau bedeckte. Da die hundert Fuß der ersten Kette bey gehöriger Legung so bestimmt waren, fand sich der Abstand des Anfangspunkts der Kette um die angegebene Größe von 34 Zoll 5 Linien vom Anfangspunkt der Basis entfernt. Nun wurde die Kette um ihre Länge fortgerückt, so daß der Punkt bey 0 auf die Kette da zu liegen kam, wo vorher der andere Punkt gewesen war. Erst wurde die Kette auf ihre Unterlagen gehörig gelegt und die Pflöcke für das Ende der zweyten Kettenlänge eingeschlagen, dann suchte man durch allmäliges Verschieben der Kette von beyden Enden vor oder rückwärts es dahin zu bringen, daß der Fa-

den um die schon bestimmten Cylinder gespannt, den Anfangspunkt der Kette bedeckte, welches wenigstens durch diese Behandlung bis auf 0,01 Zoll genau geschahe. Nun hatte die zweyte Kette also ihre gehörige Lage. Auf den schon eingeschlagenen Pflöcken am andern Ende wurden jetzt Stahlcylinder, wie vorher beschrieben, gesteckt, um das Ende der zweyten Kettenlänge auf dem Boden zu bestimmen. Wenn alles gehörig geschehen und richtig gefunden, nahm ich meine Thermometer von der Kette und schrieb den angezeigten Grad der Wärme nebst der Zahl der Ketten auf. Irrthum im Zählen konnte gar nicht leicht Statt finden. Jetzt ließ ich das Lager für die erste Kette aufreissen und für die vierte legen. Wenn das (denn so gieng die Ordnung auch in der Folge) geschehen war, fieng man an wieder eine Kette abzulegen, und so fortan. Indessen, obgleich sieben Personen dabey beschäftiget waren, gieng doch das Werk sehr langsam von statten, so daß am ersten Tage nicht mehr als 13 Kettenlängen abgelegt werden konnten, wo wir mit einbrechender Nacht das Feld erst verließen. Ich ließ die Pflöcke für das Ende der 13ten Kette stecken, worauf die Punkte für die Stahlcylinder bemerkt waren, zu mehrerer Sicherheit aber noch einen Pfahl etwa drey Fuß tief in die Erde treiben, und zog eine Linie darauf, welche mit dem

Ende der 13ten Kette ebenfalls korrespondirte. Ueberdem blieb auch der Pfahl für das Ende der zweyten Schnurspannung stecken, zu welchem ebenfalls Zuflucht genommen werden konnte, falls die andern Zeichen durch Zufall vom auf der Ebene weidenden Vieh oder durch Muthwillen hätten zerstört werden sollen. Allein ich sah mit großer Freude am folgenden Morgen alles in dem Zustande, wie ichs gelassen hatte, wieder. In Hoffnung des bessern Wetters, ließ ich während dem Regen die Sachen zur Fortsetzung in Gang setzen; die Absteckung der Linie gieng wie zuerst und sehr sicher von statten, da man vor und rückwärts Signale hatte, welche ein Versicherungsmittel abgaben, vom rechten Wege nicht abgewichen zu seyn. Da die Leute zu der Operation jetzt ein wenig abgerichtet waren und jeder sein eigenes Geschäft hatte, so gieng es geschwinder, sonst in allem wie am vorigen Tage, und einiger Unterbrechung des Wetters wegen ungeachtet, wurde die 72ste Kette schon abgelegt, als ich sah, daß die 3 Ketten, welche nur noch abgelegt werden mußten, nicht mehr bey Tage beendet werden konnten, weil ein kothiger und unten steinigter Boden viel Mühe bey dem Lager erfordern würde. Ich ließ also noch auf der Wiese einen Pfahl stark einschlagen. Eine Linie auf der obern Fläche desselben gezogen, bezeichnete 71,58 Ketten, 3 Zoll und 10 Linien.

Indessen, da dieser Punkt nahe bey der Stadt war, hatte ich nicht Lust ihn zu verlassen und den Zufällen während meiner Abwesenheit auszusetzen, sondern nahm vor die Messung der Basis bey Licht zu enden. Weil beym Licht der Lanternen die Aufmerksamkeit vermehrt werden mußte, um diesem letzten Theil der Basis nicht weniger Genauigkeit als den übrigen wiederfahren zu lassen, so wurde die Messung erst um 10 Uhr geendet bey 75,46 Ketten, 4 Zoll und 10⅓ Linie. Der Punkt, welcher hier das Ende der Basis bezeichnete, war im Holze eines starken Gatters.

Am folgenden Morgen nahm ich mir vor, das Stück von dem letzten Zeichen bis zum Endpunkt der Basis noch einmal zu messen, falls sich dasselbe noch finden sollte. Da es sich wieder fand, so war ich sicher, daß es nicht verändert war, denn ohne es auszugraben, wäre dies nicht möglich gewesen. Die Weite vom östlichen Endpunkt der Basis bis zum Zeichen betrug genau 3,88 Kettenlängen.

Am vorigen Abend ist das Zeichen gemacht bey 71,58 Ketten, 3 Zoll, 10 Lin. dies subtrahirt von 75,46 Ketten, 4 Zoll, 10⅓ Lin. läßt für eben die Länge 3,88 Kettenlängen, 1 Zoll, 0,3 Lin. Es scheint also in diesem eine Ungewißheit von einem Zoll zu liegen; allein diese Größe verschwindet fast, wenn man für

den Unterschied der Temperatur der Kette in beyden Messungen Rechnung trägt. Am Abend vorher war die mittlere Wärme der letzten vier Ketten 9 Grad Reaumür; diesen Morgen aber, wo es schönes Wetter war und die Sonne auf die Kette schien, war sie 24 Grad heiß. Nun werden 100 Fuß Stahl von einem Grad Reaum. um 0,01717 Zoll verändert, also müßte die Länge bey 24 Gr. Wärme um 0,01717 (24 — 9) 3,88 Zoll = 0,9993 Zoll kürzer gefunden werden, als bey 9 Grad Wärme.

Diese Größe ist von 1 Zoll 0,3 Lin. oder 1,0025 Zoll nur um 0,0032 Zoll verschieden, welches für nichts zu achten *).

Die Basis hat also nach der wirklichen Messung 75,46 Kettenlänge, 4 Zoll, 10 Lin. Hiezu kömmt der Abstand der ersten Kette vom Anfangspunkt der Basis 34 Zoll, 5 Lin. Also die ganze Länge der Basis nach unmittelbarer Messung 75,46 Kett. 39 Zoll, 3 Lin. Ich habe den dritten Theil einer Linie weggelassen.

*) Dies kann als die erste Probe dienen, wie genau die Messung mit dieser Kette ist und hat verrichtet werden können. Indessen bin ich nach geschehener Messung wohl zufrieden, daß wir nur wenige Sonnenblicke gehabt haben, weil es mir nicht möglich gewesen wäre, die Kette vor den direkten Strahlen zu schützen, wodurch ihre wahre Temperatur schwerer zu beobachten gewesen wäre; welches, wie dieser kleine Versuch zeigt, doch sehr nothwendig ist.

Jetzt wurde die Länge der Kette mit eben den Maaßstäben wieder gemessen, welche ich schon zur Bestimmung ihrer Länge in Bern gebraucht hatte. Nach gehöriger Correktion für die Wärme, fand sich der Unterschied vom angenommenen Maaße so gering, daß die Kette während der Messung gewiß keine Aenderung erlitten hatte *).

Da man bey der Messung nie darauf gesehen, ob die Kette horizontal lag, sondern nur in gerader Linie, wie sie die gespannte Schnur bestimmte, fortgemessen, so ist für jede schiefe Linie eine Reduktion nöthig.

Ich wandte also diesen Tag dazu an, die Basis zu nivelliren, um der Endpunkte der 11 Hypotenusen, deren jede 6,60 Ketten betrug, relative Höhen zu bestimmen. Es fand sich jeder folgende Punkt, vom östlichen zum westlichen Ende der Basis gerechnet, im Mittel ohngefähr $3\frac{1}{2}$ Fuß höher als der vorhergehende. Die größte Differenz war 4,8, die kleinste 2,8 Fuß, so daß die ganze Standlinie, so wie sie gemessen, fast eine gerade Linie ausmachte, von welcher mir die Nivellirung das westliche Ende 44,62 Fuß höher als das östliche gab.

*) Sie fand sich mit 28,5 Grad Wärme,	100 Fuß,	1,483 Zoll.
sie ist bey 16,5	100 .	. 1,265 .
diff.		0,218 Zoll.
Corr. für 12 Grad Wärme		0,206 .
Unterschied oder Fehler der Messung		0,012 Zoll.

Es

Es giebt also eine solche Anzahl von rechtwinklichten Dreyecken, als Hypotenusen gemessen worden sind, wo diese und die kleine Cathete eines jeden gegeben, und die Größe, um welcher die andern kürzer als die Hypotenusen sind, gesucht werden; alle diese Größen addirt, geben 0,128 Fuß, welches von der Basis, so wie sie die Messung geben wird, subtrahirt werden muß. Sieht man die ganze gemessene Basis als eine gerade Linie an, so ist das Resultat nur um einige Zehntausendtheile eines Fußes vom gefundenen verschieden.

Die durch wirkliche Messung gefundene Anzahl der Ketten ist 75,46, jede = 100,105 Fuß, gibt

	7553,9233 Fuß.
Die 39 Zoll, 3 Linien sind . .	3,27 .
Also die Länge der gemessenen Basis	7557,193 fr. F.

wenn die Temperatur der Kette während der Messung 16,5 Grad gewesen wäre.

Allein das Mittel der Wärme der Kette in der ersten Hypotenuse war 13,7; in der 2ten 14,3; 3ten 11,2; 4ten 14,6; 5ten 17,2; 6ten 12,03; 7ten 14,5; 8ten 13,12; 9ten 10,5; 10ten 9,6; in der 11ten 9,0. Das Mittel der Wärme der Kette, während die 11 Hypotenusen gemessen worden sind, ist also 13,64 Grad Reaumür, oder 2,86 Grad kälter

als die Wärme der Kette, wenn die Länge 100,105 Fuß beträgt.

Die 11 Hypotenusen betragen ohngefähr 72,5 Ketten oder 7257,6 Fuß. Nun bringt ein Grad Aenderung in der Temperatur des Stahls in 100 Fuß 0,01717 Zoll oder 0,00143 Fuß Aenderung der Länge hervor *), also 2,86° in 7250 Fuß 0,2965

Die letzten 3 Ketten waren 9 Grad warm, also 7,5 weniger als die Standtemperatur: bringt 0,03217

Bey 16,5 Gr. Wärme wäre die Basis kürzer gefunden . . . . . . 0,3287 Fuß.

Also subtrahirt von 7557,193

Länge der inklinirten Basis bey 16,5 Grad Reaum. gemessen . . . 7556,864 Fuß.

Für die Reduktion zur Horizontallinie subtrahirt 0,128

Horizontaldistanz der Endpunkte der Basis, oder ihre wahre Länge . 7556,73 Fuß.

*) Nach General Roy Bestimmung, Philos. Transact. l. c.

Ich ließ den Nachmittag die Basis noch einmal von meinem Bedienten mit einem Gehülfen messen, so daß keine Unterlage gebraucht wurde, sondern die Kette auf der Erde lag. Die Messung wurde in vier Stunden verrichtet und 75,49 Ketten gefunden, statt 75,46. Die Differenz von 3 Fuß ist nicht auffallend, wenn man die Kürze der Zeit und nur zwey Personen, ꝛc. in Anschlag bringt.

Obgleich die gemessene Basis eine schon beträchtliche Länge hat, so wünschte ich doch eine längere finden zu können, denn der dritte Winkel des Dreyecks, dessen Grundlinie die gemessene war, wird nur gegen $10\frac{1}{2}$ Grad groß. Ich versuchte es, ob es nicht möglich wäre, durch die Bäume, welche die Ebene an einigen Orten durchschneiden, eine lichte Stelle zu finden, wo man zur Noth etwas weniges wohl hätte weghauen dürfen. Allein die Stellen, die ich fand, durch welche die Basis hätte gehen müßen, waren noch zu dicht bewachsen. Indessen würde es nicht nöthig seyn, viele Bäume zu fällen, um eine Linie eine Stunde lang zu bekommen. Da eine längere, wie ich schon vorher vermuthete, nicht zu finden war, und ich doch die Operation nicht auf der einen Standlinie beruhen lassen wollte, (nicht weil ich an der Genauigkeit derselben zweifelte, sondern die Fehler der zu messenden Winkel in der Dreyeckreihe durch eine andere Basis zu entdecken,) so sollte eine Versicherungslinie gemessen werden. Aber deswegen hätten einige meiner Absicht fremde Dreyecke gemessen werden müßen, welches mich zu weit geführt hätte. Ich glaubte demnach, wenn nur die Seiten der ersten großen Dreyecke durch zwey Bases und also auch verschiedene Winkel bestimmt würden, ich ohngefähr dasselbe gewönne, ja wohl mehr; weil, wenn

die Linie zu den großen Dreyecken gehörig genau bestimmt ist, die Fehler der Winkel der größern Dreyecke sehr wenig Fehler in den Höhen nach sich ziehen. In einem Theil derselben Ebene, aber vom Distrikt, in welchem die erste Basis gemessen worden, durch einen schmalen Waldstrich getrennt, fand sich eine schickliche Strecke zu einer zweyten Basis, woran ein Ende an den Thunersee selbst stieß und das andere in einer Wiese lag. Die Richtung der Linie, welche zu messen vorgenommen wurde, macht mit der ersten ohngefähr einen Winkel von 45 Grad. Es konnte schon im voraus geschätzt werden, daß sie um einige hundert Fuß kürzer als die erste seyn würde.

Am 15ten Junii fieng man am Morgen an hier eine Linie zu messen. Da an den Endpunkten nicht Gegenstände waren, dieselben genau zu bestimmen, so wurde in der Wiese unter Gebüsch ein starker Pfahl tief eingeschlagen, auf welchem ein Einschnitt den Anfangspunkt bezeichnete. Die Richtung der Basis von diesem Punkt gieng auf den Kirchthurm von Hilterfingen am gegenseitigen Ufer des Sees, welcher während der Messung der Basis zum Signal dienen konnte; doch war dazu und wegen Messung der Winkel eigentlich ein Signal am Ufer des Sees, wo sich die Basis enden sollte, aufgestellt. Es waren hier so wie vorher etwa 12 bis 15 Fuß hohe Stangen,

an welchen man oben Streifen von weissem Papier befestiget, etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und 3 Fuß lang, welche man auf diesen Distanzen sehr deutlich sah, und die doch nicht zu groß waren.

Die Messung geschah, so wie vorher schon weitläufig genug erzählt ist *). Nur war hier in großen Strecken der Boden so eben, daß man der Unterlagen nicht bedurfte. Es gieng daher und wegen Bekanntschaft der Gehülfen mit der Sache schnell fort, so daß die Basis an demselben Tage ganz gemessen wurde. Da der Endpunkt am See wegen grandichten Bodens nicht sicher genug bestimmt werden konnte, auch der See öfters über denselben tritt, so ließ ich bey dem Ende der zwey letzten Ketten, welche noch auf erdichten Boden fielen, zwey Pfähle tief, nur eben über der Erde hervorragend, einschlagen und gehörig bemerken. Eine Vorsicht, welche mir nachher wohl zu statten gekommen ist. Vom Ende der letzten Kette bis zum Endpunkt der Basis am See, auf einem Pfahl im Grande eingegraben, fand ich 0,5704 einer Kettenlänge **). Der ganzen Ketten-

*) Ich eilte, wegen des sich einstellenden schönen Wetters, mit dem Winkelmessen in der Ebene fertig zu werden, um auf die Berge zu kommen; verließ mich deswegen auf Hrn. **Weiß**, um die Messung der Basis zu vollführen, unterdessen ich an eben der Linie die mir nöthigen Winkel maaß.

**) Ich war beym Anfang und Ende gegenwärtig, um alles

lången wurden 65 angegeben. Allein am Abend, wo ich eine flůchtige Rechnung fůr die Hőhe eines Berges aus dieser Basis machte, welche schon aus der andern Standlinie bestimmt war, fand ich, daß in der Basis eine Kette zu viel gezåhlt sey. Auch die Anzahl der Hypotenusen ergab es schon, wie ich nachher sah. Obgleich ich dessen vollkommen überzeugt war, so war es mir nicht zuwider, diese Basis noch einmal zu messen, da es hier mit wenig Můhe geschehen konnte.

Dies geschah am folgenden Tage Vormittags, da die Stellen, durch welche das Alignement gegangen, noch bemerkt waren, so war die Můhe und Zeit, dasselbe zu machen, erspart, man durfte nur die Schnur nach den Merkmalen spannen, und die Messung war in $6\frac{1}{2}$ Stunden vollendet, und gab unmittelbar fůr die ganze gemessene Långe 64,5678 Ketten. Am Tage zuvor (wenn ich, wie ich dies allerdings kann, in der Messung nur den Fehler der zu viel gezåhlten Kettenlånge setze,) 64,5704 Ketten. Die scheinbare Differenz ist nur 0,26 Fuß ohngefåhr, welche aber durch die Differenz der Temperatur sehr vermindert wird.

Bey der ersten Messung war das Thermometer an der Kette beståndig beobachtet worden, und um

erst in Gang zu setzen, und nachher den Ueberschuß über eine Kettenlånge am Ende selbst zu bestimmen.

Fehler zu verhüten, und noch in einer andern Absicht, auch noch überdem die Wärme des Bodens jedesmal hinzugeschrieben. Weil es heiter Wetter war, so war die Kette durch die Sonnenstrahlen sehr erhizt worden. Eine Kette, und dies war die heisseste, war 30,3 Grad warm, die kälteste am Abend 11 Grad. Die mittlere Wärme durch Hypotenusenlängen (zu 660 Fuß) gieng von 24,7 bis 11,3 Grad, als die äußersten, die übrigen giengen von 22,5 allmälig bis 12,3 herunter.

Die mittlere Wärme der Kette während der Messung aus allen Beobachtungen ist 18,66 Grad, dies ist von der Standtemperatur der Kette bey 16,5 Grad (= 100,105 Fuß) um 2,16 Grad verschieden, wofür die Correktion 0,00143 . 2,16 Fuß = 0,003088 Fuß, zu 100,105 Fuß hinzugesetzt, giebt die Länge der Kette während der Messung 100,108 Fuß, dies mit der Anzahl der Ketten 64,5704 multiplizirt, gibt die gemessene Länge 6464,013 Fuß.

Bey der Messung, welche zur Versicherung dienend angesehen wurde, und als eine Probe der Genauigkeit der Messung, war die mittlere Wärme der Kette 21,5 Grad. Die Messung dauerte bis 2 Uhr Nachmittags, so daß die Kette immer ziemlich heiß war, so wie am vorhergehenden Tage um eben die Zeit.

Die mittlere Wärme ist für diese Messung 2,9 Grad größer als für die vorhergehende, die Correktion dafür beträgt 0,00143 . 2,9 . 64,6 F. = 0,2674 Fuß

oder in Theilen einer Kettenlänge	0,00267
Dies muß zu der Anzahl Ketten hinzugesetzt werden	64,5678
giebt Anzahl der Ketten für 18,6 Grad Wärme	64,57047 Fuß
Es sind gefunden	64,5704
Differenz bey der Messung . . .	0,00007

Die Genauigkeit der Bestimmung der Länge der Basis ist gewiß sehr groß, da beyde Messungen noch um keine Linie von einander abweichen. Es kann seyn, daß etwas Glück in Aufhebung der Fehler dabey ist, doch gewiß wenig. Ich würde unnütz weitläufig werden, wenn ich mehr über diesen Gegenstand sagen wollte, da die Genauigkeit der Basis zu groß gegen die meiner Winkelbestimmung ist; sonst ließ sich noch mehreres über diesen in großen Messungen sehr wichtigen Gegenstand anführen.

Ich setze also die Basis nach unmittelbarer Messung, wie schon oben, = 6464,013 Fuß.

Es hat mir überflüßig geschienen, die Basis zu nivelliren, da ihr Abhang gegen den See zu noch gleichförmiger als bey der ersten ist. Ich habe mich also begnügt, durch die scheinbaren Erhöhungs- und

Depreßionswinkel eines Endpunkts der Basis vom andern, den Unterschied ihrer relativen Höhen zu finden, welches den Punkt am See 32,0 Fuß unter den in der Wiese gab. Hiedurch wird, um die in einer geneigten Ebene gemessene Basis auf eine Horizontallinie zu reduziren, eine Correktion von 32.32:2.6460 = 0,079 Fuß nöthig, welches von der gefundenen schiefen Linie 6464,013 subtrahirt werden muß; so bleibt für den Horizontalabstand der beyden Endpunkte dieser Basis (welche in der Ebene des Thunersees angenommen werden kann) 6463,93 Fuß.

Beschreibung
des Instruments, welches zu Messung der Winkel gebraucht worden.

Es könnte überflüßig scheinen, eine auseinander gesetzte Beschreibung des angewandten Winkelmessers zu geben, und schon die Angabe des Halbmessers desselben für hinreichend gehalten werden, um einen Ueberschlag des Grades der Zuverläßigkeit der dadurch bestimmten Größe machen zu können. Allein man weiß, daß die Genauigkeit bey dem jetzigen vollkommnern Zustande eingetheilter Instrumente nicht mehr so sehr von der Größe der Eintheilungen abhängt, als ehemals; weil die größere Schwierigkeit sonst immer die genaue Eintheilung selbst ausmachte, welche man jetzt in England Maschinen überläßt, welche dies bey Instrumenten mittlerer Größe mit einer Genauigkeit verrichten, die sonst nicht zu erwarten wäre: weil es dem Künstler entweder nicht der Mühe werth scheinen möchte, alle seine Geschicklichkeit auf ein solches Instrument zu verwenden, oder sie selbst auch dann noch nicht durch unmittelbare Anwendung des Zirkels erreicht werden könnte, wenn er gleich allen Fleiß anwendete und Geschicklichkeit genug besäße. Es hängt daher die Güte, mithin der Grad der Genauigkeit, welcher in diesen

Operationen zu erreichen möglich war, mehr von der Construktion des Instruments ab. Um Andere in den Stand zu setzen, ein Urtheil über den Grad der Zuverläßigkeit der Messungen und ihren davon und den Instrumenten abhangenden Werth zu fällen, habe ich für nöthig erachtet, die umständlichere Beschreibung des Instruments zu geben; zugleich glaube ich, deutschen Künstlern dadurch einen Gefallen zu erweisen, da, so viel mir bekannt ist, eine solche Beschreibung noch fehlt.

Die zweyte Tafel stellt das ganze Instrument dar. Auf der ersten Tafel befinden sich die vornehmsten Stücke im Durchschnitt, meistens mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

B b B b ist der eingetheilte Kreis des Instruments auf dem Rande b B einer starken Platte; die Form des Durchschnitts ist in Fig 5 zu sehen. Der Rand muß genau rund seyn, und oberhalb und unterhalb über die Mitteldicke der Platte hervorspringen. Die Platte hat in ihrer Mitte eine runde Oeffnung, um das Mittelpunktswerk AAA (welches im Durchschnitt, so wie die Platte nicht schattirt ist) zu empfangen, welches vermittelst vier starker Schrauben, wie in s und p zwey zu sehen, an derselben stark befestiget ist. Das Werk hat in der Mitte eine konische Oeffnung c c d d, um die Axe der Alhidade e nachher aufzu-

nehmen, und die äußere Fläche des Theils, welcher die Oeffnung g g f f enthält, ist ebenfalls genau konisch gedreht, um in die dazu gehörige Höhlung des Cylinders w w (welcher mit der ersten Platte q q des Fußgestelles ein Stück ausmacht) zu gehen.

Die Drehung des Zapfen e und g g f f, in ihren zugehörigen Lagern, muß um dieselbe eingebildete Axe geschehen, welche man sich auf der Ebene und durch den Mittelpunkt des eingetheilten Randes rechtwinklicht gehend denken muß. Dieser Theil des Instruments erfordert in seiner Verfertigung die größte Genauigkeit, weil der Fehler, welchen schlechte Arbeit hier hervorbringet, vom Beobachter nicht wohl in Anschlag gebracht werden könnte.

Die Alhidade ist eine kreisförmige Platte P P b b, an welcher mit vier Schrauben, wie zwey in q und r zu sehen, die runde starke Platte h h, der Mittelpunktzapfen e, der mit ihr nur ein Stück ausmacht, befestiget ist. Damit diese Platte Platz habe, und die Alhidadenplatte nicht durchgängig die untere berühre, springt der letztere Rand, wie schon bemerkt, bey b b hervor. Dieser Hervorsprung muß in einer Ebene und rechtwinklicht auf die Drehungsaxe des Zapfens e seyn, damit die Platte P P, deren Rand, womit sie auf dem Hervorsprung liegt, ebenfalls vollkommen eben seyn muß, ihn in jeder Lage berühre.

Auf die Platte bPbP ist ein Ring ik geschraubt, und in der Mitte die Stahlspitze l, diese dient um eine Magnetnadel zu tragen, wozu der eingetheilte Kreis auf dem Ring gemacht wird.

Der Mechanismus für die Queraxe des Fernrohrs ist folgender: Auf einem starken Stück CCCC, (s. Taf. 2. und halber Grundriß Taf. 1. Fig. 6.) wo die runde Oeffnung mn dient das Glas über die Magnetnadel zu fassen, sind zwey dreyeckförmige Träger FFFF, jeder vermittelst vier Schrauben, welche durch das Stück CC gehen, wie zwey Enden in aa zu sehen, befestiget. In den vier Ecken ist das Stück CCCC so beschaffen, daß eine Schraube E in die dazu gehörige Mutter im Stücke CC geht, und ihr starker Schraubenkopf E (wenn sie vermittelst eines runden Schraubenziehers in die im Kopfe befindlichen Löcher gesteckt, stark eingeschraubt wird,) nicht über die untere Fläche des Stücks CC hervorrage. Durch diese Schrauben E und ihre Köpfe geht ein rundes Loch, durch welches die Stämme von vier starken Schrauben DD gehen, deren Ende nur Schraubengänge haben, wozu die Mutter in der Platte PbPb befindlich sind, so daß, wenn das Stück CC auf die Platte gelegt wird, die Löcher in den Schrauben EE gerade über dieselben zu stehen kommen, und durch die Schrauben DDD das ganze

Gerüst auf der Platte befestiget werden könne. Die untere Ebene der Schraubenköpfe von E sind nicht flach, sondern etwas konvex; wenn die Schrauben DDD angezogen werden, vermittelst des runden Schraubenziehers in ihren Löchern angebracht, so wird der Kopf der Schraube E gegen die Platte gedruckt, und da diese selbst mehr oder weniger tief in das Stück CC geschraubt werden können, wenn auch schon das ganze Gestell auf der Platte PP sich befindet, so wird begreiflich, daß dieser Mechanismus ein Mittel an die Hand giebt, die Stellung des Gerüstes in etwas zu verändern; welches, wie leicht zu übersehen, dazu dienen soll, die Queraxe GG, welche auf den Trägern FFF ruhet, die gehörige (horizontale) Lage genau zu geben, welcher, wenn sie einmal berichtiget ist, durch diesen Mechanismus nicht leicht eine Veränderung erlaubt wird.

Die Queraxe GG besteht aus zwey Stücken, welche mit dem Halbzirkel III KKK (welcher ein einziges Stück ist) mit drey Schrauben wie bb durch die an GG und GG gehörigen Platten H, H verbunden sind.

Die beyden Enden der Axe GG, wo sie auf den Trägern FF liegt, um sich zu drehen, sind nicht konisch, sondern haben die im Durchschnitt (Fig. 5.) gezeichnete Figur, wodurch alles Schlottern vermieden wird,

welches hier um so nöthiger ist, da die Linie, um welche die Drehung der Axe GG geschieht, durch den Mittelpunkt des getheilten Höhenzirkels III gehen muß. Die Träger haben, wo sie die Unterlage der Axe ausmachen, die zu jener Gestalt genau gehörige Form, so wie auch die Stücke L, welche, wenn die Axe eingelegt ist, auf den Träger F mit zwey Schrauben (wovon eine c in der Figur Taf. 2 zu sehen) befestiget werden, so daß die Axe sich in ihrem Lager so bewegt, als wenn dasselbe dazu in einem Stück gebohrt worden wäre.

Am Bogen II sind die zwey Y förmigen Stücke M durch die zwey Schrauben d und m befestiget. In diesen liegt das Beobachtungs-Fernrohr, dessen Röhre an den Stellen, welche bestimmt sind in die YY zu liegen, zwey genau runde Cylinder hat, und damit es nicht herausgleite, sind die gegen einander sehenden Ende der beyden Cylinder mit einem hervorstehenden Ring versehen; und die Ueberschläge NN, welche man öffnen kann, um das Fernrohr herauszunehmen und in die YY umzukehren, sind inwendig mit einem Streifen Tuch bedeckt.

Am Stücke CCCC ist die kleine Säule Q befindlich, an welche der Vernier R angeschraubt ist. Er hat zwey ovale Löcher, durch welche die Schrauben gehen, um seine Stelle etwas verändern zu kön-

nen. An Q ist die Hülse für die Mikrometerschraube S, deren Mutter in T an dem Alhidadenhalter befindlich. Wenn die Schraube, welche auf der andern Seite des Zirkels befindlich, die beyden Platten, woraus der Alhidadenhalter besteht, anschraubt, so halten diese Platten den Kreis fest und in Verbindung mit der Schraube; es wird also, wenn man die Schraube S dreht, der ganze Kreis und mit ihm das Beobachtungs-Fernrohr um eine geringe Quantität erhöhet oder erniedriget.

Für den Horizontalkreis ist es mit dem Alhidadenhalter U eben so beschaffen (man sieht seine Form Taf. 1 und 2.). In der Rinne, welche im unterhalb gebogenen Rande der Platte B B ist, (so wie auch eine im Vertikalkreise ist, wie der Durchschnitt zeigt,) gehen zwey Stifte, die in der kürzern Platte beyder Alhidadenhalter befindlich sind, wodurch er, wenn man nicht die Schraube ganz herausnimmt, in der gehörigen Situation erhalten wird. Wird die Schraube V angezogen, so wird dadurch der Alhidadenhalter blos an die Platte B B befestiget und nicht an P P gedruckt, so daß diese frey bleibt, nur mit U durch eine Schraube verbunden, deren fester Punkt auf der Platte P P in W, und Mutter auf U ist, welche beyde sich drehen können. Der Mechanismus einer Mikrometerschraube ist bekannt und hat hier nichts

besonders,

besonders, dreht man dieselbe, so wird die Platte P P mit dem Aufsatz eine kleine Bewegung machen.

Mit der Platte q q macht der Cylinder w w (welcher in seiner konischen Oeffnung das Centerwerk A A aufnimmt) ein Stück. Der Ring A (nur der ist in Taf. 2 zu sehen, weil er das ganze Mittelpunktswerk bedeckt,) ist an die Platte A A gelöthet und geht willig über des Cylinders w w äußern Umfang, der unten etwas dicker wird (vom fast gleichen Durchmesser mit der äußern Dicke des Ringes A) und ringsum eine Kerbe hat, welche der Durchschnitt zeigt. Diese dient um einen Ring, (welcher den A umschließt) der nicht ganz geschlossen ist, vermittelst zweyer Stifte (wie eine in p Taf. 2.) in seiner Lage zu erhalten. Da, wo der Ring offen ist, springen zwey kurze Platten hervor (in den Figuren linker Hand) mit eingeschnittenen Schraubengängen, durch welche die Schraube s geht, und den Ring, welcher einigermaßen elastisch ist, zusammenziehen kann. Geschieht dieses, wenn das ganze Instrument aufgesetzt ist, so wird dadurch der Ring A geklemmt, aber dennoch könnte das Instrument mit samt dem kleinen Ring gedreht werden, wenn nicht ein Arm am kleinern Ring fest mit einer sich drehenden Schraubenmutter versehen, in welcher die Mikrometerschraube t (deren Hülse auf der Platte q q fest ist, so daß sie sich nur drehen

kann,) greift, dieses verhinderte; denn hiedurch ist das ganze Instrument an der unbeweglichen Platte qq befestiget. Dreht man aber die Schraube t, so wird dadurch die Mutter am Arm des Ringes der Hülse auf qq genähert oder von ihr entfernt, und mit ihr das Instrument, wodurch es also eine sanfte Bewegung erhält, und das Beobachtungs-Fernrohr (oder das Versicherungs-Fernrohr YY) bey jeder Stellung der Alhidadenplatte genau auf irgend ein Objekt gerichtet werden kann. Will man große Bewegungen machen, so wird die Schraube s gelöset, und das Instrument mit der Hand gedreht, die genauere Stellung aber wird mit der Schraube t, nachdem die andere angezogen ist, verrichtet.

Die drey hölzernen Füße sind mit der Platte rr in Verbindung und drehen sich um Axen, deren Ende in der perspektivischen Zeichnung zu sehen sind. In der Mitte der Platte rr ist ein Loch, worinn das Stück z, das man eine Nuß nennen kann, paßt; oben daran ist ein Schraubengewinde, welches sich in die Platte qq schraubt. Die vier großen Schrauben oo gehen durch Mütter in die obere Platte gelegt, und werden unten durch Schraubenringe befestiget. Der Durchschnitt zeigt dies hinlänglich. Werden die vier Schrauben in die Mütter geschraubt, gegen die Platte rr, so streben sie die Platte qq, mit ihr das ganze Instru-

ment, von der Fußplatte rr, an welcher es durch die Nuß z gehalten wird, zu entfernen. Hiedurch wird die Verbindung des Instruments mit dem Fußgestell sehr stark; doch ist dies nicht ihr einziger Nutzen. Wenn die Füße so gestellt sind, daß das Instrument beynahe horizontal steht, so dienen die Schrauben oo genau den Cylinder ww senkrecht zu stellen, welches geschieht, indem eine der Schrauben angezogen und die andere nachgelassen wird. Die Anzeige, ob das Instrument gehörig gestellt sey, hat man durch zwey auf einander rechtwinklicht stehende Libellen, welche auf der Platte PP mit zwey Schrauben befestiget sind. Die Art ihrer Befestigung ist zugleich das Mittel sie vorher der Ebene des Bogens BB parallel zu stellen.

Die Füße sind nicht jeder aus Einem Stück Holz, sondern werden aus zwey Stücken zusammengeschraubt, wodurch nicht nur der Fuß sich in eine kleinere Kiste packen läßt, sondern auch mehr Steisigkeit erhält. Daß während der Messung eines Winkels das Instrument sich nicht verrückt habe, versichert das Fernrohr YY, welches an der Platte BB befestiget ist; in g kann es sich etwas um eine Axe drehen; in e ist eine Schraube, vermittelst der es erhöhet oder erniedriget werden kann, doch nur um ein Geringes; in f ist ein parallelepipedisches Stück Meßing am

Fernrohr befestiget, welches zwischen zwey an der Platte B B geht, wodurch verhindert wird, daß es sich nicht seitwärts bewege.

Im Durchschnitt ist das, was zusammengehört, mit gleichförmig liegenden Strichen schattirt. Der Maaßstab auf Fig 4, von 5 Zoll, gehört zum Durchschnitt. Ich habe ihn, so wie die Figur der zweyten Tafel selbst, so genau als es mir möglich schien, gezeichnet. Die gleichlautenden Buchstaben werden keinen Irrthum hervorbringen, da der Text sie an sehr verschiedenen Stellen der Figur setzt.

Erläuterung des Verfahrens, wie die Resultate aus den Beobachtungen hergeleitet werden.

Man stelle sich drey Punkte auf der Erdfläche vor, gleich erhaben, also etwa Zeichen auf drey flachen Inseln im Meer. Werden diese drey Punkte durch Linien verbunden, welche in der Oberfläche des Meers liegen, so können sie, wenn sie gleich nach der Gesichtslinie gerade erscheinen, dennoch nicht dafür gehalten werden, weil die Oberfläche der Erde, die Oberfläche einer Kugel ist. Diese Linien haben also die ihr zugehörige Krümmung, sie sind also Stücke von Kreisen (und zwar von größten), also das Dreyeck, welches durch die drey Bögen auf der Kugel formirt wird, ein sphärisches Dreyeck, jeder der Winkel desselben heißt ein Horizontalwinkel; solche sind diejenigen, welche in diesen Operationen beständig beobachtet worden sind.

Die Rechnungen, welche aus solchen Beobachtungen geführt werden sollten, müßten also eigentlich für sphärische Dreyecke gemacht werden. Allein die Erdoberfläche ist so groß, daß die größten Linien, welche auf einmal auf derselben gemessen werden können, nur einen geringen Theil ihres Umfanges ausmachen. Man substituirt daher ohne merklichen Fehler, für

das sphärische Dreyeck, das geradlinichte, welches entsteht, wenn in eben erwähntem Beyspiel die drey Punkte auf den Inseln vermittelst gerader Linien verbunden werden; diese gehen in der That unter der Oberfläche des Meers fort, und sind Chorden der Kreise, aber von diesen immer sehr wenig verschieden. In einer Länge, oder Chorde von 120000 Fuß, ist die kürzeste Distanz, welche man auf der Oberfläche der Erde von einem Punkt derselben zum andern hätte, nur um einen Fuß ohngefähr größer. Man sieht also, daß dieser Fehler, welchem man sich wissentlich aussetzt, von keinem Belang ist, da er nur 1 Fuß auf 9 Stunden ohngefähr beträgt. Es ist aber noch die Frage, ob es eben so mit dem Irrthum beschaffen sey, wenn die Punkte verschieden erhaben sind? Folgende Betrachtung wird zeigen, daß dies nichts ändert.

Die gemessenen horizontalen Winkel, oder die Winkel des sphärischen Dreyecks sind die Neigungen von dreyen durch die Punkte des Dreyecks gelegten Vertikalebenen. Man stellt sich nemlich vom Mittelpunkt der Erde durch jeden Punkt des Dreyecks eine Linie gezogen vor; durch jedes Paar läßt sich eine Ebene legen, dieses ist eine vertikale; die Durchschnitte der Ebenen sind die Linien selbst (welche wir, ohne sehr zu irren, als lothrechte betrachten

können, da wir überdem die Erde als eine vollkommene Kugel betrachten). In jedem Punkt dieser Durchschnitte, d. h. in verschiedenen Höhen, wird der horizontale Winkel derselben seyn; denn es wird in jedem willkührlich, in einem Durschnitt angenommenen Punkt die Neigung beyder Ebenen, welche ihn formiren, beobachtet, die offenbar immer derselbe seyn muß, da die Ebenen dieselben sind. Man wird also für das von Signalen auf den drey Inseln formirten Drenecks eben die Winkel haben, wie für jedes andere, dessen Signale senkrecht über jene erhaben sind. Es kommt daher um die Längen der Seiten von horizontalen Dreyecken zu bestimmen, auf die erste Seite, welche gemessen worden, an, alle übrige werden, wenn gleich die Winkelpunkte in verschiedenen Höhen liegen, stillschweigend auf dieselbe Kugelfläche bestimmt, in welcher die Basis zu liegen angenommen wird.

Wenn (in Fig. 7.) A ein Punkt der Basis ist, welcher in der Kugelfläche, so durch den Bogen D A B angedeutet wird, gemessen worden, so wird die Horizontal-Distanz des Punkts M durch AB ausgedruckt; der Punkt B ist derjenige, wo eine vom Mittelpunkt der Kugel C nach M gezogenen Linie die Kugelfläche schneidet. Eben so wird die Horizontal-Distanz der Berge M und N durch D B ausgedruckt.

Die Höhe des Punktes M über A oder B zu bestimmen, setzt außer der Entfernung AB, den Höhenwinkel MAH bekannt voraus. Es ist nemlich AH die Horizontallinie für den Punkt A, welche mit der Chorde AB den Winkel HAB macht, welcher der Hälfte des Winkels ACB gleich ist. Dieses Winkels Werth findet sich, wenn man die Weite AB durch den bekannten Werth eines Grades in Fußen ausgedruckt, dividirt, und die gefundene Anzahl von Minuten (denn man bekömmt nicht leicht Grade) und Sekunden halbirt. Ich setze den Winkel HAM = e, ACB = c die Entfernung AB = a. So hat man im Dreyeck ABM die Seite AB bekannt = a, den Winkel BAM = $e + \frac{1}{2}c$, und wie leicht zu ersehen, ABM = $90° + \frac{1}{2}c$; es ist also AMB = $180° - (e + \frac{1}{2}c + 90° + \frac{1}{2}c) = 90° - (e + c)$. Nun ist aus der Trigonometrie bekannt, daß BM = $\frac{a \text{ sin. } MAB}{\text{sin. } AMB}$ ist, oder nach den angenommenen Zeichen BM = $\frac{a \text{ sin. } (e + \frac{1}{2}c)}{\text{sin.}(90° - (e + c))} = \frac{a \text{ sin. } (e + \frac{1}{2}c)}{\text{cos. } (e + c)}$.

In diesem Ausdruck kömmt der Halbmesser der Erde nicht vor, (welcher wegen der großen Zahl im Rechnen unbequem ist) als in so fern die Größe von c dadurch bestimmt wird.

Aus M ist der Depreßionswinkel des Punkts A der IMA, welchen die Tangente MI (oder Hori-

zontallinie) für den Punkt M, an einem durch M mit DAB konzentrischen Kreise MK, mit MA macht.

KMI ist gleich HAB, und KMA = MAB, folglich ist IMA = e + c. Der Depreßionswinkel ist also allemal um den Winkel, welchen beyde Objekte am Mittelpunkt der Erde machen, größer als die Elevationswinkel.

Es geschieht oft, daß wenn zwey Berge, deren Höhen gleich oder nicht sehr verschieden und weit genug von einander liegen, einer von dem andern gesehen unter der Horizontallinie erscheinen. M von N gesehen, erscheint unter dem Winkel hNM, welcher eine Horizontallinie in N mit NM macht, unterm Horizont, obgleich M um das Stück LM über N erhaben ist. Dieser Winkel von $\frac{1}{2}$NCM = hNL subtrahirt, läßt den Winkel MNL übrig, gleich also den halben Winkel, welchen die Objekte (M und N) am Mittelpunkt der Erde machen, weniger den Depreßionswinkel; daraus und aus der Chorde NL (welche im Verhältniß von CD zu CN größer ist als die DB) findet man LM.

N erscheint aus M unter dem Depreßionswinkel IMN, zieht man die Sehne kM, so ist IMk = $\frac{1}{2}$NCM und kMN = MNL. Also der Depreßionswinkel IMN = $\frac{1}{2}$NCM + MNL, aber der Depreßionswinkel hNM = $\frac{1}{2}$NCM — NML. Die

Summe dieser beyden Depreßionswinkel ist NCM. Vorher, wo einer der Winkel (HAM nemlich) ein Elevationswinkel, war die Differenz vom andern (IMA) gleich dem Winkel, welchen beyde Objekte am Mittelpunkt der Erde formiren. Man muß also, wenn von beyden Punkten die Vertikalwinkel gemessen sind, in diesem Fall die halbe Summe und in jenem die halbe Differenz derselben für die Winkel BAM, MNL, nehmen.

Die Refraktion der Lichtstrahlen in der Atmospähre verursacht, daß die Objekte zu hoch erscheinen, also jeder Elevationswinkel zu groß und jeder Depreßionswinkel zu klein ist. Dies hindert aber nicht, daß die Winkel BAM, LMN auf eben gezeigte Art, aus zwey beobachteten gefunden, nicht die wahren seyen, denn man kann ohne merklichen Fehler die Refraktion für die in der Höhe und am niedern Ort beobachteten Vertikalwinkel gleich setzen. Den zusammengesetzten Effekt der Refraktion für die in M und A beobachteten findet man, wenn die Differenz derselben vom Winkel ACM abgezogen wird, denn dieser ist allemal größer als die scheinbare Depreßion von A aus M, weniger dem scheinbaren Höhenwinkel von M aus A; weil jener zu klein und dieser zu groß beobachtet wird, also ihre Differenz kleiner seyn muß als die wahre Differenz der Winkel IMA, HAM.

Ferner, da hNM + IMN = NCM, die scheinbaren in N und M beobachteten Depreßionswinkel aber zu klein sind: so ist NCM weniger der Summe der wirklich beobachteten Winkel gleich dem Effekt der Refraktion, welchen man in M und N gleich setzt, also in jeder gleich der Hälfte des so gefundenen Unterschiedes. Weiß man einmal die Größe der Refraktion, so ist nicht nothwendig, an beyden Orten die Vertikalwinkel zu beobachten, sondern man befreyet den beobachteten Winkel von der Wirkung der Refraktion, welche man der Entfernung proportional zu setzen gewohnt ist, und hat alsdann den wahren Elevations- oder Depreßionswinkel.

Um vom Berge M die Höhe des Berges R zu bestimmen, muß man die Horizontal-Distanz der Punkte R und M bekannt haben, welche, da die Basis im Kreise D A B zu liegen vorausgesetzt ist, die Linie oder Bogen A B ist. Man hat aber im Dreyeck R M K die KM nöthig, diese ist = CM . AB : CA. Der Winkel KMR ist gleich dem wahren Elevationswinkel plus der Hälfte von ACB, und RKM = 90° + ½ACB. Folglich alles wie im Dreyeck A B M. Man kann also KR finden; kennt man die Höhe BM, wie hier vorausgesetzt wird, so ist die Summe von BM und KR gleich der gesuchten Höhe AR.

Wenn man die Höhe des Punkts M über der Ho-

rizontallinie A H, durch A B multiplizirt mit der Tangente des Elevationswinkels M A H ausdruckt, wie oft der Bequemlichkeit des Rechnens wegen geschieht, so bekömmt man die Höhe zu klein, denn man setze A P der A B gleich, wie ohne merklichen Fehler geschehen kann, (es ist A P eigentlich A B $\operatorname{cos} \frac{1}{2} c : \operatorname{cos} c$) so ist A P tang. e = P Q dem Perpendickel auf A H bis zur A M, welches kleiner als P M ist, die Größe, welche man sucht.

Die Höhe des Punkts M über A H ist das von M auf A H gezogene Perpendickel M E. Dieses wäre nur sehr wenig, selbst bey den größten Berghöhen von M P verschieden. Denn M E = M P cos. c. Dies beträgt, wenn $c = 30'$ und P M 10000 Fuß ist, nur 0,4 Fuß. Allein man müßte um M E zu haben, statt A P tang. e; A E tang. e setzen, d. h. P E bekannt haben, welches, da es nicht mit großer Genauigkeit bestimmt zu seyn braucht, leicht durch einen Ueberschlag gefunden wird.

Will man aber P M genau finden, so muß man das Dreyeck A P M auflösen, und man hat P M =

$$\frac{AP \operatorname{sin} e}{\operatorname{cos}(e+c)} = \frac{a \operatorname{cos} \frac{1}{2} c \operatorname{sin} e}{\operatorname{cos} c \cdot \operatorname{cos}(e+c)} = \frac{\operatorname{cos} \frac{1}{2} c \cdot a \operatorname{tang} e}{\operatorname{cos} c (\operatorname{cos} c - \operatorname{sin} c \operatorname{tang} e)}.$$

Man sieht leicht, daß dieser Ausdruck für M P größer ist als a tang. e, denn der erste Faktor des Nenners, cos. c ist schon ein kleinerer Bruch als

$\cos. \frac{1}{2} c$, und da $\cos. c$ mit noch einem kleinern Bruch multiplizirt wird, so wird der Nenner um so viel mehr kleiner als der Zähler; der Bruch, mit welchem $a \tan g. e$ multiplizirt wird, also größer als ein Ganzes. Man kann aber ohne merklichen Fehler, wie schon angemerkt ist, statt AP, AB setzen, oder in der Formel für PM den Theil $\frac{\cos. \frac{1}{2} c}{\cos. c.}$ weglassen, so hat man $PM = \frac{a \tan g. e}{\cos. c - \sin. c \tan g. e}$, welches ebenfalls größer ist als $a \tan g. e$, weil die Größe, welche $a \tan g. e$ dividirt, kleiner als die Einheit ist.

Um ein Beyspiel zu geben, wie viel man durch die Formel $a \tan g\, e$ fehlt, berechne man $\frac{1}{\cos. c - \sin. c. \tan g. e}$, ich setze (nach einer in der Folge vorkommenden Höhenbestimmung) $c = 0° 7'$; $e = 7° 53'$, und man findet jenen Ausdruck $= 1,000284$; $a \tan g. e$ oder die Höhe PM ist ohngefähr 5500, dieses mit eben gefundener Zahl multiplizirt, giebt 5501,56, man fehlt also um nur wenig mehr als einen und einen halben Fuß; eine Genauigkeit, welche man in der Messung erlangen kann. Man darf also statt PM *) ohne sonderlichen Fehler PQ, d. h. statt der zusam-

*) Die Größe $\cos. \frac{1}{2} c : \cos. c$, welche in diesem Beyspiel $= 1$ gesetzt ist, beträgt 1,0000017, welches in einer Höhe von 10000 Fuß erst $\frac{17}{1000}$ Fuß, und in unserm Beyspiel nur 0,008 Fuß ist.

mengesetzten Formel die a tang. e nehmen: doch ist diese Größe schon nicht aus der Acht zu lassen, wenn man die Genauigkeit in der Messung bis auf anderthalb Fuß treibt, weil man sich vorsezlich blos wegen Bequemlichkeit der Rechnung einem Fehler von 3 Fuß aussezte, wenn der Fehler der Messung mit dem im Rechnen begangenen auf eine Seite fallen sollte.

Da ich dieser Betrachtung ohngeachtet in der Berechnung meiner Höhen die bequemere Rechnungsart gewählt habe, so ist es nicht undienlich, den minder mit Mathematik bekanntern Lesern die Größe des Fehlers unter einer bequemern Rechnungsform zu zeigen.

Es ist $PM = \frac{a \text{ tang. } e}{\text{cos. } c - \text{sin. } c \text{ tang. } e} = \frac{a}{\text{cos. } c}\left(\frac{\text{tang } e}{1 - \text{tang. } e \text{ tang. } c}\right)$
$= \frac{a}{\text{cos. } c}(\text{tang.} e + \text{tang.} e^2 \text{ tang.} c + \text{tang.} e^3 \text{ tang.} c^2 \ldots\ldots)$

In dieser Reihe kann man schon das dritte Glied tang. e^3 tang. e^2 weglassen, also $PM = \frac{a}{\text{cos. } c}$ (tang. e + tang. e^2 tang. c) setzen. ME ist also a (tang. e + tang. e^2 tang c) subtrahirt man von dieser Größe PQ = a tang. e, so bleibt a tang. e^2 tang. c, um so viel ist ME größer als PQ; man kann aber ME statt PM nehmen *), also ist der Fehler, welchen

*) Schon oben ist dies angemerkt worden. Die Differenz hängt von der Größe e ab; gesetzt e = 1° so ist, da

man begeht, wenn man a tang. e für die Höhe des Berges über der Horizontallinie des Beobachtungsorts annimmt $=$ a tang. e^2 tang c.

Zieht man von A die A m auf I M rechtwinklicht, so hat man die Tiefe von A unter der Horizontallinie von M gleich dem Produkt von m M mit der Tangente des Depreßionswinkels m M A welcher $=$ e + c ist.

Es ist m M $=$ A d (welche auf C B rechtwinklicht also der m M parallel) $=$ a cos. $\frac{1}{2}$ c; also m A $=$ a cos. $\frac{1}{2}$ c tang. (e + c). Die Sehne K M ist der A B parallel, folglich p A $=$ M B, also A m — m p $=$ der wahren Höhe des Berges.

Es ist aber m p, wie leicht zu übersehen, $=$ B d $=$ a sin. $\frac{1}{2}$ c. Man kann statt m M ohne merklichen Fehler A B, das heißt, statt des Ausdrucks a cos. $\frac{1}{2}$ c tang. (e + c) den a tang. (e + c) setzen.

PM — ME $= \frac{(1 - \text{cos. c}) . \text{a tang. e}}{\text{cos. c}}$ zu setzen ist, dieser Unterschied 0,0001523 a tang. e, also auf 10000 Fuß Höhe nur 1,5 Fuß zu klein. Es wird aber wohl niemand unternehmen, aus einer Entfernung von mehr als 340000 Fuß oder 15 deutschen Meilen, eine Höhe bis auf diese Größe genau zu bestimmen. Wir treiben also hier die mathematische Genauigkeit nicht über die praktische hinaus.

Krümmung der Erde.

Die letztgefundenen Größen PM, Am, sind nicht die wahre Differenz der Höhen der Punkte A und M über die Erdfläche. Man muß zu PM die BP hinzusetzen und von Am die Ad subtrahiren. BP ist gleich $\frac{a \sin. \frac{1}{2} c}{\cos. c}$ und Bd = a sin. $\frac{1}{2}$ c, welche beyde Größen man einander gleichsetzen kann. Es ist aber Bd = $\frac{a^2}{2AC}$, welches der Effekt der Krümmung der Erde für die Weite AB ist.

Vorausgesetzt, daß die Entfernung a, richtig bestimmt ist; so hängt die Genauigkeit in der Bestimmung von Bd von der Größe des Durchmessers der Erde ab. Allein da dieser sehr groß ist, so macht ein Irrthum in desselben Annahme einen für diesen Gebrauch höchst unbeträchtlichen Fehler in Bd. Um sich hievon zu überzeugen, setze man den Durchmesser der Erde = d, und suche die Größe des Durchmessers d', für welchen auf die Distanz a die Krümmung um c zu groß oder zu klein ist. Es ist also $\frac{a^2}{d} = \frac{a^2}{d'} \mp c$ daher $d' = \frac{a^2 d}{a^2 \pm cd}$ und $d - d' = \frac{\pm d^2 c}{a^2 \pm cd}$. Diese Größe ist für die erste Voraussetzung positiv; nemlich d ist um $\frac{d^2 c}{a^2 + cd}$ größer als d', welches eine zu große

Krümmung

Krümmung giebt; für die zweyte Voraussetzung ist d um $\frac{d^2 c}{a^2 - c d}$ kleiner als d'.

Um kurz zu seyn, will ich blos ein Beyspiel dieser Aenderung des Durchmessers in Zahlen geben, wenn die Aenderung in der Krümmung auf 100000 Fuß Entfernung, einen Fuß betragen soll. Jene Größe ist also a, diese c; für d setze ich 39309500 Fuß. Diese Größe in $\frac{a^2 d}{a^2 + d}$ gesetzt, giebt d' = 39155570 Fuß, welches von d um 153930 Fuß verschieden ist.

Nun ist der größte Unterschied der verschiedenen Angaben des Durchmessers der Erde noch nicht die Hälfte dieser Größe. Man darf also in der Wahl derselben nicht sehr scrupulös seyn.

Man sieht auch leicht daraus, daß, wenn die Höhen aus der Ebene oder von andern Bergen bestimmt worden, der Einfluß des in diesem Fall anzunehmenden größern Durchmessers Null ist, indem die Höhen gegen 154000 Fuß betrachtet, nur geringe Größen sind. Man darf also beständig denselben Durchmesser gebrauchen. Der Fehler, welchen man begeht, indem man B d, B P eins für's andere annimmt, ist viel größer als jener; denn diese verhalten sich wie 1 — cos. c zu $\frac{1 - \cos. c}{\cos. c}$, der Unterschied ist = (1 — cos. c)^2 : cos. c; welche Größe,

wenn c = 1° ist, 0,000000232 beträgt; dies mit dem Halbmesser der Erde multiplizirt, giebt den wirklichen Unterschied der beyden Größen 0,45 Fuß. In der Anwendung, wo man den log. von B d erkannt hat, kann man B P leicht finden, wenn man es nöthig erachtet; indem man log. cos. c von dieser Größe subtrahirt, so hat man log. B P. Allein es ist hier wie bey andern schon vorgekommenen Fällen: wird der Unterschied dieser Größen der Aufmerksamkeit würdig, so sind die Weiten so groß, daß die kleinsten nicht auszuweichenden Fehler in den durch Beobachtung bestimmten Größen viel größere hervorbringen als diejenigen, welchen man sich durch die Rechnung vorsetzlich blos giebt.

Correktion der trigonometrisch gefundenen Höhen, wegen Krümmung der Erde und Refraktion.

Obgleich, wie es in der Folge wird gezeigt werden, die Refraktion nicht blos den Entfernungen proportional gesetzt werden darf, so erachte ich es dieses Orts doch für unnöthig, über die deswegen neu zu findende Regel Untersuchungen anzustellen, welchen die Genauigkeit meiner Messung nicht völlig entsprechen kann. Man hat verschiedene Angaben über die Größe der Refraktion, selbst wann man sie blos von den Entfernungen abhängen läßt. Einige nehmen den Winkel, um welchen die Refraktion die Objekte zu hoch erscheinen läßt, gleich dem sechszehnten Theil, die Distanz im Bogen auf der Erdfläche ausgedruckt an. Ist nemlich a in französischen Fußen gegeben, so ist der Bogen, welchem diese Distanz für die mittlere Krümmung der Erde entspricht $= \frac{a}{5720}$ Minuten, also die Refraktion $= \frac{a}{16 . 5720}$ Min. Andere nehmen $\frac{1}{14}$ des Bogens; einige $\frac{1}{10}$ desselben für die Wirkung der Refraktion an. Die verschiedenen Angaben rühren von den Differenzen der Höhen her, aus deren Beobachtungen sie hergeleitet worden sind. Ich habe die letztere Angabe angenommen, welche für die Bestimmung der Höhen, die vier bis sechs tausend oder

mehr Fuß über dem Beobachtungsort erhaben sind, ziemlich genau scheint.

Man sieht aber leicht, daß, da diese Regel doch nicht ganz genau, es auch nicht nöthig ist, den Winkel zu berechnen, um welchen das Objekt zu hoch erscheint, um ihn vom beobachteten Höhenwinkel zu subtrahiren. Man kann bequemer unmittelbar die Wirkung der Refraktion in einer Höhe auf gegebener Weite im Längenmaaß berechnen.

Den Bogen, welchem eine Distanz auf der Erde gleich ist, bestimmt der Winkel, welchen zwo Linien von ihren Endpunkten zum Mittelpunkt der Erde gezogen, an diesem machen. Ist DA der zehnte Theil des Bogens DB, so ist DCA = $\frac{1}{10}$ von DCB. Weil aber der Radius der Erde DC bekannt, so ist, da DCA der Winkel ist, um welchen die Objekte in der Entfernung DB erhöht werden, DA = $\frac{1}{10}$ der Distanz AD, diese Größe in Fußen oder sonst einem Längenmaaß für die Distanz CD, d. h. für den Halbmesser der Erde. Da nun diese Regel nicht auf die Höhenwinkel Rücksicht nimmt, sondern die Refraktion blos den Entfernungen proportional setzt, so ist klar, daß man sagen kann: wie CD : DA = DB : zur Wirkung der Refraktion für die Weite DB. Setzt man die Distanz = a, den Halbmesser der Erde = $\frac{1}{2}$ d, so hat man beständig $\frac{1}{2}$ d : $\frac{1}{10}$ a = a : $\frac{a^2}{5\,d}$. Dies

ist also die Größe, um welche man einen Berg in der Entfernung a zu hoch angeben würde, wenn man die Refraktion aus der Acht ließe. Man muß diese Größe also subtrahiren; und da man die Krümme der Erde $= \frac{a^2}{d}$, für eine gesuchte Höhe addiren muß, so ist die Correktion der trigonometrisch gefundenen Höhe, um sie auf die wahre über den Beobachtungsort zu bringen $= + \frac{a^2}{d} - \frac{a^2}{5\,d} = \frac{4\,a^2}{5\,d} = a^2 : \frac{5}{4}\,d$. Diese Größe wird von der trigonometrisch gefundenen Größe subtrahirt, wenn der beobachtete Vertikalwinkel ein Depreßionswinkel ist. Geschieht es, daß dann der Rest negativ ist, so zeigt es an, daß das Objekt doch in der That um diesen Rest höher liegt, als der Beobachtungsort.

Dieser Ausdruck ist zum Rechnen sehr bequem. Man darf nur einmal den Logarithmus von $\frac{5}{4}\,d$ suchen, so hat man, wenn man denselben vom doppelten Logarithmus der Entfernung subtrahirt, den Logar. der Correktion wegen Krümmung und Refraktion. Ich nehme den mittlern Durchmesser der Erde zu 39328800 Fuß an, für dieses d, ist log. $\frac{5}{4}\,d = 7{,}6916207$.

Untersuchung der Richtigkeit des Winkelmessers, für Horizontal- und Vertikalwinkel.

Bevor ich zur Angabe der gemessenen Winkel schreite, glaube ich schuldig zu seyn, die Mittel anzugeben, wodurch ich mich von der richtigen Stellung der Theile des Instruments versicherte.

Ob die Libellen, welche den horizontalen Stand des Instruments anzeigen sollen, richtig gestellt sind, ist sehr leicht zu sehen. Man darf nur versuchen, ob, wenn für eine Lage beyde Libellen den horizontalen Stand anzeigen, diese beständig bleibt, wenn die Inderplatte, auf welcher sie befestiget sind, herumgedreht wird. Aendern die Luftblasen ihre Lage, so sind sie dem Instrument nicht parallel, und folglich auch dieses nicht richtig gestellt. Man fängt an, erst die eine zu berichtigen, indem man der Libelle durch Hülfe der großen Stellschrauben des Instruments eine horizontale Lage giebt; dann dreht man die Inderplatte, auf welcher die Libellen durch Schrauben befestiget sind, um 180 Grad; die Hälfte der Abweichung der Libelle in dieser Stellung von der horizontalen Lage, sucht man durch die Schrauben, welche zur Festhaltung der Libelle dienen, abzuhelfen, und um den vollkommen horizontalen Stand der Libelle hervorzu-

bringen, verändert man um das übrige die Stellung des Instruments. Wenn dies gehörig geschehen, so soll auch die Libelle, in der erstern Lage zurückgeführt, wieder den horizontalen Stand anzeigen, wo nicht, so hat man nicht genau den ersten Fehler auf beyden vorgenommenen Veränderungen getheilt und hat jetzt nur einen kleinern gut zu machen. Man macht die Veränderung hier wie vorher in der um 180 Grad verschiedenen Lage; versetzt man sie dann wieder in jene, so wird nichts oder nur so wenig fehlen, daß die mögliche Genauigkeit vollkommen durch ein ähnliches Verfahren zu erreichen ist.

Die zweyte Libelle, deren Lage mit der jetzt berichtigten einen rechten Winkel macht, bringt man in eine der beyden Richtungen, in welcher jene berichtiget ist, und wenn sie da nicht den horizontalen Stand zeigt, so bringt man sie allein durch ihre beyden Schrauben in die horizontale Lage; dann soll auch diese gehörig gestellt seyn. Man kann aber auch die Operation der ersten mit ihr vornehmen, und dies ist selbst nothwendig, falls sie nicht genau in die Lage, bey welcher die erstere berichtiget worden, gebracht werden kann. Wenn nun dies Instrument durch die vier Schrauben so gestellt wird, daß die zwey Libellen zugleich den horizontalen Stand anzeigen, und beym Drehen der

Inderplatte dieselben nicht in jeder Lage den horizontalen Stand zeigen, so steckt, falls man in jeder andern Rücksicht sorgfältig verfahren, der Fehler im Mittelpunktswerk, welches nicht genau genug gearbeitet ist und sich nicht um Eine Linie dreht; doch wird dieses selten seyn. Leichter wird es geschehen, daß dies wiederfährt, wenn man das ganze Instrument auf seinem Fußgestelle dreht; diesen Fehlern ist nicht abzuhelfen. Ersterer macht das ganze Instrument fast unbrauchbar, wenn man sich nicht die Mühe nimmt, Correktionstabellen für jeden Winkel zu machen. Die Gründe der gegebenen Vorschrift setze ich als bekannt oder doch sehr leicht zu finden, voraus.

Nichts ist wichtiger im Beobachten mit Instrumenten, welche unmittelbar die Horizontalwinkel angeben, als die Untersuchung, ob, wenn das Instrument gehörig horizontal gestellt ist, auch die Queraxe, um welche sich das Beobachtungs-Fernrohr dreht, horizontal liege, und zugleich mit der Collimationslinie des Fernrohrs einen rechten Winkel mache; denn ohne diese beyden Bedingungen wird der Vertikalfaden des Fernrohrs für die Vertikalbewegung keine größte durch das Zenith (und auf dem Horizont senkrecht) gehende Kreise, d. h. Vertikalkreise beschreiben.

Die rohen Vorschriften, welche man hierüber giebt, waren mir nicht zureichend; die Methode, welche man in der praktischen Astronomie bey der Berichtigung des Fernrohrs im Mittage zu brauchen gewohnt ist, zu weitläufig. Mir fiel es ein, folgende Methode zu gebrauchen, um mich von der Richtigkeit meines Instruments in dieser Rücksicht zu überzeugen. Ich bin versichert, daß sie jedem vollkommen genugthuend scheinen wird. In ein ebenes, mit einem Rand versehenes rundes Glas, dessen Durchmesser 10 Zoll war, that ich sehr reines Quecksilber; mein Instrument stellte ich hinter diesen vollkommen horizontalen Spiegel, so daß das Fernrohr bey 47 Grad Depreßion gegen den Mittelpunkt desselben gerichtet war und zugleich nahe an der Richtung der Mittagslinie. Nun wartete ich der Zeit ab, wo der Polarstern seine mittlere Höhe hatte, also seine Vertikalebene in einer gewissen Zeit am wenigsten ändert. Ich richtete dann das Fernrohr auf denselben, so daß der Faden den Stern in zwo Hälften zu theilen schien; dann drehte ich das Fernrohr um seine Querare, wo ich das Bild des Sterns im Spiegel ebenfalls genau vom Faden halbirt fand. Ich war also sicher, daß das Fernrohr auf einer Bewegung von zweymal 47 oder 94 Graden nicht vom Vertikalkreise abgewichen war. Man kann dies so oft wie-

derholen als man will, hat keine Rechnung nöthig, und sieht im Augenblick der Beobachtung das, was man zu wissen begehrt. Durch etwas Versuchen gelangt man bald dahin, dem Instrument die Stellung zu geben, daß das Fernrohr das Bild des Sterns in der Mitte des Spiegels trift, sonst könnte sich ein Irrthum, wegen der krummen Oberfläche des Quecksilbers, einschleichen, welcher aber, wenn der Durchmesser der Fläche 10 Zoll beträgt, unbeträchtlich ist, falls man nicht zu sehr gegen den Rand kömmt. Bey kleinern Höhenwinkeln bey Erdobjekten, auf eben diese Art untersucht, fand es sich auch richtig.

Es blieb noch übrig, den Fehler der Collimationslinie für die Vertikalwinkel zu bestimmen. Die Fehler in den beobachteten Höhenwinkeln haben gewöhnlich einen größern Einfluß im Resultat der zu bestimmenden Höhe, als gleiche Fehler in den Horizontalwinkeln.

Wenn es möglich ist, Untersuchungen der Art am Ort seines täglichen Aufenthaltes anzustellen, so thut man wohl daran, wenn man sie bewerkstelliget. Sie sind den anderswo gemachten vorzuziehen; man ist vor Uebereilungen sicherer, und kann sich Zeit lassen alles zu wiederholen. Es ist unangenehm, während der Operation erst Fehler zu entdecken, deren Ursache man oft in dem Augenblick, wo es doch nöthig wäre,

nicht kennt; man verliert unnützer Weise Zeit darüber.

Ich habe theils Höhenwinkel mit andern untersuchten Winkelmessern genommen und sie mit den Angaben des zu dieser Messung anzuwendenden verglichen; theils habe ich mich des Quecksilberspiegels bedient. Aber weil hier Zeit über dem Ablesen der Winkel verstrich, so hielt ich mich mehr an Erdobjekte, deren Entfernung beträchtlich war, und wo ich noch wegen der Höhe des Fernrohrs über den Spiegel und die Distanz von demselben die dazu gehörige Rechnung führte, welche jeder leicht finden wird, wenn er sich die dazu gehörige Figur entwirft. Des Polarsterns bediente ich mich auch zur Zeit seiner größten und kleinsten Höhe. Der Fehler der Collimationslinie änderte sich nicht, weder durch Transport noch durch Gebrauch. Wenn man die Zeit abwartet, wo es recht windstill ist, so ist der Gebrauch des Quecksilberspiegels sehr leicht und genau. Die beobachteten Höhen und Depreßionswinkel haben mich von der Richtigkeit meiner Untersuchung auch noch überzeugt.

Am Beobachtungs-Fernrohr ist eine Libelle parallel befestiget, welches sehr nützlich ist und das Instrument auch zum Nivelliren brauchbar macht. An dem Rohr des Fernrohrs sind zwey Stücke Mes-

sing befestiget; in dem einen kann vermittelst einer Schraube ein genau runder Stift (welcher nach der Länge des Fernrohrs gegen das andere Stück gerichtet ist) auf oder niederwärts bewegt werden, der Stift im andern Stück aber vermittelst zweyer Schrauben von einer Seite zur andern; ohngefähr so wie es für die Axenlager eines Passageninstruments nöthig ist. Die in einer meßingenen Röhre befestigte Libelle hat in jeder Grundfläche des Cylinders, welchen sie formirt, ein rundes Loch, worein die Stifte gehen. Eines von diesen Löchern ist in einem eigenen in der Grundfläche vermittelst einer Schraube beweglichen Stücke. Es ist nothwendig, daß die Linie, welche man sich durch beyde Löcher gehend vorstellen kann, in den Punkten, wo sie auf den Stiften liegen, der Linie im Glase, längst welcher sich die Luftblase bewegt, parallel sey *). Sonst kann es geschehen, daß man die Libelle dem Fernrohr parallel glaubt, obgleich sie es in der That nicht ist. Es sey in Fig. 8. AB die Linie, um welche sich das Fernrohr in seinen YY dreht, so sieht man, daß, wenn die Stifte in C und D die Libelle EF halten, (so daß sie sich bey

*) Ich nehme die innere Fläche des Glases in Rücksicht der Länge als gerade an, obgleich sie mit Vortheil krumm ausgeschliffen werden kann. Wer dies weiß, sieht auch leicht, daß obiger Ausdruck eben keiner sehr essentiellen Aenderung bedarf.

Drehung des Fernrohrs um die Stifte, welche willig in die Löcher gehen, wendet,) die Libelle auch bey 180° Drehung des Fernrohrs noch horizontal erscheinen wird, wenn nemlich die CD der AB parallel und AB in die Lage gesetzt ist, daß die Libelle horizontal erscheint. Die Figur, in welcher die Abweichung sehr groß angedeutet ist, macht dies ohne weiteres klar. Man muß daher zuerst die Libelle auf ihren Stiften umwenden, ohne die Lage des Fernrohrs zu ändern, und die Hälfte der Abweichung vom horizontalen Stand, welchen sie, wie ich voraussetze, in der ersten Lage gehabt, halb durch Veränderung des Loches und die andere Hälfte durch Aenderung der Lage des Fernrohrs hervorbringen. Wenn es nach einem Versuch nicht geht, so wiederholt man das Verfahren. Man darf auch die Libelle aufgehängt lassen und sie statt dessen zugleich mit dem Fernrohr in den YY umwenden, und übrigens nur wie vorher die Stelle des Loches und die Lage des Fernrohrs ändern, so vergewissert man sich von der Richtigkeit des Parallelismus der CD mit EF. Nun die Libelle dem Fernrohr parallel zu machen, dreht man dasselbe bis sie ihren höchsten Stand hat; stellt das Fernrohr so, daß die Libelle den horizontalen Stand zeigt, dreht darauf das Fernrohr 180° und bringt, wenn die Luftblase nicht mehr in der Mitte

ist, sie halb durch Veränderung des auf und nieder beweglichen Stifts und halb durch Veränderung des Fernrohrs dahin; 90° von dieser Lage giebt man ihr den horizontalen Stand, falls sie ihn nicht hat, durch den seitwärts beweglichen Stift, so daß sie in jeder Lage des in den YY sich drehenden Fernrohrs horizontal bleibt.

Uebersicht der Dreyeckverbindung und Messung der Winkel.

Die vorderste Spitze der Riesenkette war bestimmt mit der Standlinie das erste Dreyeck zu machen. Obgleich dieselbe ziemlich bestimmt ist, so war es doch nothwendig, ein Signal aufzurichten. Der harte vergangene Winter, und der sehr langsam anrückende Sommer ließen dieses Gebirge, das sonst schon im Anfang des Junii zugänglich ist, jetzt in der Mitte dieses Monats noch mit so vielem Schnee bedeckt, daß niemand Lust fühlte, diese Reise zu machen. Indessen, da ohne ein Signal in der Ebene, nach vollendeter Messung der Basis, nichts weiter gemacht werden konnte, so gieng jemand dahin, um es aufzurichten, allein eintretendes Gewölk ließ ihn die rechte Spitze verfehlen, und bey heiterm Wetter sahen wir nach der Rückkunft des Mannes doch das Zeichen nicht, welches er uns aufgestellt zu haben versicherte. Es wurden darauf drey von den Hülfsleuten bey der Messung am Nachmittag abgeschickt, um am Fuße des Berges zu übernachten. Diese sah ich mit einem Fernrohr am 14ten Junii des Morgens um 10 Uhr auf der Spitze, beschäftiget das Barometer zu beobachten *), welches ich meinem

*) Ich werde die Beobachtungen in der Folge anführen.

Bedienten mitgegeben hatte, und das Signal errichten, welches ein großes Stück Leinewand war, das an einer 12 Fuß hohen Stange vermittelst einer Querstange so befestiget war, daß es sich drehen konnte, um vom Winde nicht zerrissen zu werden. Dies verursachte, daß es nach der verschiedenen Richtung, welche es annahm, nicht allemal recht deutlich durch das wenig vergrößernde Fernrohr des Winkelmessers gesehen werden konnte. In guten Lagen und günstig auffallendem Lichte, war es dem bloßen Auge weitsichtiger Personen erkenntlich.

Die Größe der Gefahr und die Unbequemlichkeiten, welche die Leute bey dieser Reise überstanden zu haben, mir schilderten, benahmen mir, wenn ich ihnen gleich nicht allen Glauben beymaß, doch den Muth, ihnen eine ähnliche Parthie auf einer andern Spitze, dem Morgenberghorn, vorzuschlagen. Diese Spitze, der Niesen und der östliche Endpunkt der Basis sollten das zweyte Dreyeck formiren. Es schien, daß dieser Punkt für das zweyte und dritte Dreyeck bequem lag. Die Schärfe und Kenntlichkeit dieser Bergspitze machten, daß ich es andern vorzog. Auf einem andern Bergrücken der Sulek, welcher zugänglich und besser gelegen wäre, hätte ich nothwendig ein Signal haben müßen; allein die schon beträchtliche Höhe desselben machte ihn in

dieser

dieser Jahrszeit wegen alten und neuen Schnees unerreichbar. Ich zweifelte hingegen gar nicht, daß die gewählte Spitze des Morgenberghorns nicht leicht ersteiglich seyn sollte, da sie um mehr als 300 Fuß niedriger als der Niesen ist. Ich vermuthete mit Grund, daß während der Arbeit in der Ebene diese Berge durch den sich einstellenden Südwind so viel Schnee verlieren würden, daß die Reisen nicht zu mühsam seyn könnten.

Die Winkel, welche das Signal des Niesen mit der Standlinie machten, wurden mit vieler Vorsicht auf verschiedenen Theilen des Kreises des Winkelmessers gemessen, weil die Genauigkeit dieser Winkel auf der ersten großen Seite dieses sehr spitzwinklichten Dreyecks großen Einfluß hat. Der Winkel des Signals des Niesen und des Morgenberghorns wurde aus dem Punkt A gemessen. Letztere Bergspitze hatte kein Signal; ich suchte die Spitze durch den Vertikalfaden des Fernrohrs zu halbiren, welches, da sie sehr scharf ist, nicht schwer war. Nachdem ebenfalls an der kleinern Basis am See die dazu gehörigen Winkel genommen waren und sich gutes Wetter einzustellen schien, begab ich mich mit den nöthigen Instrumenten nach Interlachen, welches eine kleine Viertelstunde vom Brienzersee liegt. Von Thun macht man dorthin die

Reise über den Thunersee, wo man während ihrer Dauer von etwa vier Stunden, von den umherliegenden Gegenden angenehm unterhalten wird. Vom Ende des Sees bis Interlachen ist drey Viertelstunde Weges, in der angenehmsten Ebene von Bergen umringt, in welcher man den Eiger, den Mönch und die Jungfrau zu sehen bekömmt; einen Moment, welchen man nicht vorübergehen lassen muß, in der Hoffnung sie noch näher zu sehen. In der Nähe sieht man das Kleine für groß und das Große für klein an, und dieses wird von jenem versteckt.

Am folgenden Morgen sollte die Reise aufs Morgenberghorn unternommen werden, aber Nebel im Westen, welche doch am Ende verschwanden, hatten eine vergebliche Reise fürchten und mich deswegen bis 10 Uhr den Morgen, also den Tag verlieren lassen, weil es nicht mehr möglich gewesen wäre, die Spitze zu erreichen und in eine bewohnte Gegend zurückzukehren. Um den Rest des Tages nicht ganz zu verlieren, wurde er zur Reise auf Hohgant *) angewandt. Der Weg geht durchs Habcherenthal, welches vom Beatenberg auf der einen, und auf der andern Seite vom Harder, dem

*) Gant, Fluh, sind die Namen, welche man im Oberlande, d. h. dem gebirgigten Theil des Canton Bern, hohen Felsen zu geben gewohnt ist.

Anfang der nördlichen Gebirgskette des Brienzersees, eingeschlossen ist. Wir übernachteten in der höchsten Alphütte, welche damals die Hirten bewohnten. Am folgenden Morgen, den 20ten Junii, brachen wir mit Sonnenaufgang auf, um die Spitze zu erreichen. Wir mußten noch über beträchtliche Schneefelder. Der Weg, welchen die Führer gewählt hatten, war wohl nicht der beßte, aber der kürzeste und daher der beschwerlichste. Die Aussicht, welche man auf dieser Felsgräte genießt, ist, um das Ganze der Gebirge zu übersehen, fast einzig. Mehr als der halbe Horizont ist mit weissen Spitzen begränzt, von welchen man so ziemlich im Mittelpunkt ist. Obgleich es am Morgen kalt war, so fieng es doch bald an warm zu werden. Ich beobachtete auf der höchsten Spitze, welche nebst dem Niesen und Morgenberghorn das dritte Dreyeck der ersten, und mit Niesen und Stockhorn das dritte der zweyten Reihe machte, die dazu gehörigen Winkel. Das Signal des Niesen fiel gegen eine hintere höhere Spitze, so daß es undeutlich gesehen wurde; allein die Spitze des vordern Niesen war wegen des darauf liegenden Schnees bestimmt, die gegen mir gekehrte vordere Wand aber wegen schroffer Felsen frey, so daß der Fehler im Winkel wegen der Verkennung des Signals nicht groß seyn kann; überdies wurde der Winkel des Niesen mit

der Spitze des Morgenberghorns über den eingetheilten Kreis des Instruments vervielfacht. An den Spitzen des Hochgebirges zogen Wolken, welche bey sonst heiterm Himmel und heissen Tagen auf den Nachmittag gewöhnlich ein Gewitter mit Gewißheit voraussagen. Indessen wurden die Spitzen abwechselnd frey, ausgenommen das Finsterarhorn, welches mir sehr unangenehm war, da dies die höchste Spitze in der Kette dieses Theils des Hochgebirgs ist. Um die günstigen Augenblicke für die übrigen Spitzen zu benutzen, hielt ich das Versicherungs-Fernrohr immer gehörig gestellt und das Beobachtungs-Fernrohr gegen diejenige Spitze, welche frey von Wolken werden zu wollen schien: So habe ich noch zwey Reihen von Beobachtungen dieser Winkel erhalten, wovon einige um eine Minute von einander abweichen. Nachdem ich sechs Stunden hinter meinem Instrument gestanden und Barometer, ꝛc. beobachtet hatte, merkte ich, daß es Zeit wurde, sich von der Spitze wegzubegeben. Die Luft wurde undurchsichtig, die Hitze nahm beträchtlich zu; Vorboten des sich bereitenden Gewitters. Im Herabsteigen überfiel es uns im Gesicht von einigen Häusern, die wir doch nicht ohne einen starken Regenguß vorher auszuhalten, erreichen konnten. Die Dauer des heftigen Gewitters von einer kleinen

Stunde, diente mir zum Ausruhen. Es klärte sich auf; und unter einem heitern Himmel und in abgekühlter Luft setzten wir unsern Weg nach Interlachen fort, wo wir bey einbrechender Nacht ankamen.

Dem Gang der Witterung in den Bergen zufolge war es sehr wahrscheinlich, daß am folgenden Tage der Nachmittag dem vergangenen ähnlich werden möchte; deswegen wollte ich so früh, als möglich, den Weg aufs Morgenberghorn antreten. Die Träger aber hatten ein entgegengesetztes Projekt, und da Einer nach Thun geschickt wurde, um Signale an den Endpunkten der Standlinie aufzurichten, so brachten die übrigen Zween ein paar Stunden damit zu, einen andern Träger zu suchen, so daß wir erst zwischen 7 und 8 Uhr unsere Reise antraten, welche durch anmuthige Wege das Saxetenthal hinauf gieng. Im Dorfe dieses Thals, wo mir die Leute, weil sie gar nicht von Fremden besucht werden, noch ihre natürliche Artigkeit erhalten zu haben schienen, erbot sich einer uns zu begleiten, indem er zweifelte, daß wir allein den Ort erreichen würden, wohin wir uns zu begeben vorgesetzt hatten. Dieser Mann, den noch Geschäfte zurückhielten, holte uns nach einer starken halben Stunde ein. So schön der frühere Morgen auch gewesen war, so

fiengen doch gegen Mittag Wolken an, sich hier und da zu zeigen, so daß mein Treiben mehr dazu diente, die Leute, welche das Gepäck trugen, langsamer gehen, als mehr eilen zu machen, indem sie es für unnütz ansahen die Spitze zu erreichen, weil das Gewitter vor uns da seyn würde. Der Weg fieng an schlimm zu werden, dies verspätete uns noch mehr; endlich im Angesicht der Spitze hatten sie nicht Lust sie zu besteigen. Der Mann aus dem Thale nahm mein Instrument, und ich folgte ihm, in der Hoffnung wenigstens so viel Zeit zu haben, um die Winkel des zweyten und dritten Dreyecks, welche an dieser Spitze sind, noch messen zu können. Ein paar Augenblicke waren in der That, wie gewöhnlich die ersten auf dem Gipfel eines Berges, sehr angenehm; allein die Scene änderte sich, während ich den Winkelmesser auspackte und aufstellte, und mein Bedienter, welcher freywillig mit mir die letzte in der That gefährliche Passage zur Spitze unternommen hatte, das Barometer aufstellte. Eine Gewitterwolke wurde schnell mit einem so heftigen Windstoß über unser Zenith geführt, daß man geschwinde das Instrument bey den Füßen halten mußte, damit es nicht vom Felsen, der eine so kleine Fläche oben hat, daß vier Personen nur neben einander Platz haben, herabgetrieben würde. Nach allen Seiten geht der Abhang

sehr steil in die Tiefe, nur an einer ist die scharfe Gräte, an welcher her ich über den hie und da vorspringenden Kalkfelsen gekommen war, wo ein einziger Fehltritt oder loser Stein uns unaufhaltbar in einigen Sekunden an den Fuß des Berges würde versetzt haben. Die Sachen mußten in größter Eile zusammengepackt werden, um nicht samt uns vom Winde fortgenommen zu werden. Die Rückkehr wäre unmöglich gewesen, wenn nicht der Felsgrat mich wider den Wind geschützt hätte. Die, welche sich nicht mit mir auf die Spitze hatten wagen wollen, fand ich bey der Rückkunft auf sichererm Boden, nicht mehr an der Stelle, wo ich sie verlassen hatte. Sie hatten sich selbst da nicht sicher geglaubt, und waren schon ins Thal hinunter gegangen. Ich war verdrießlich über diese fehlgeschlagene Expedition, welche, wenn ich nur eine halbe Stunde früher angekommen wäre, mir doch hinreichend würde gewesen seyn, um wenigstens das Nothwendigste zu verrichten. Wir wurden im Herabsteigen von einem Hagelschauer gepeitscht, und es fehlte nicht viel, daß einer der Führer von den Steinen umgekommen wäre, welche sich in der Höhe abgelöset hatten und in großen Sätzen herunterkamen. Einer davon traf ihn am Kopf und warf ihn zu Boden; ich wurde es nicht eher gewahr, bis die Steine dicht vor meinen Füßen wegrollten, wor-

auf ich in die Höhe sah, indem ich glaubte, die Führer, welche über mir giengen, hätten zum Vergnügen diese Steine losgemacht, um sie tief ins Thal rollen zu sehen. Der Mann erholte sich doch, so daß er mit uns fort konnte. Am Abend kamen wir recht durchnäßt zu Müllinen, einem im Anfange des Frutigthals am Fuße des Niesen gelegenen Dorfe, an. Ich hatte die Rückkehr aufs Morgenberghorn verschoben, und wollte zuerst den Niesen besteigen, dessen Spitze man von Müllinen in viertehalb Stunden erreichen kann. Zu spät sah ich, daß ich eine schlechte Spitze zum zweyten Dreyeck erwählt hatte. Allein ihrer Schärfe und leicht Glauben beyzumessenden Relationen von Leuten, welche auf dieser Spitze gewesen zu seyn vorgaben, war diese Wahl zuzuschreiben.

Der folgende Morgen war dunkel, und das ganze Gebirge mit Wolken umhangen. Ich gab die Hoffnung auf gutes Wetter auf, gieng nach Thun, um das dort gebliebene Gepäck von Sachen nebst dem übrigen nach Bern zu schicken, wohin auch mich, nach ein paar ruhigen Tagen, meine Geschäfte riefen.

Am 26ten Julii begab ich mich wieder mit Instrumenten zum Winkelmessen und andern physikalischen versehen, nach Thun. In einem Schloß

am Thunersee, wo ich den Tag zubrachte, hatte man noch die Güte eines meiner Barometer nebst Thermometer aufzunehmen, um mit meinen Beobachtungen auf den Bergen korrespondirende zu machen. Das Wetter war mir von neuem hinderlich. Nach dreytägiger in Thun des ungünstigen Wetters halben ausgestandener Langerweile, da es doch noch keine Besserung versprach, verließ ich den Ort, um mich auf ein nicht fern gelegenes angenehmes Landgut zu begeben; worauf das Wetter sich änderte. Um eine so glückliche Zeit nicht zu verlieren, kehrte ich am Abend des letzten Tages des Monats Julii nach Thun, und am ersten August begab ich mich nach Erlenbach, welches im Simmenthal am südlichen Fuße des Stockhorns liegt.

Die erste Station bey dieser Fortsetzung der Winkelmessung wurde auf's Stockhorn gemacht. An einem schönen Morgen (den 2ten Aug.) waren wir vor 4 Uhr auf dem Wege, um noch in der Kühle den Berg hinauf zu kommen. Man braucht, wenn man leicht geht und am Fuße eines Berges ist, etwa drey Stunden, um 5000 Fuß Höhe zu erreichen. Es müßen aber nicht schlechte Wege seyn, und der Abhang des Berges fast in Einer schiefen Ebene fortgehen, die 15 bis 20 Grad inklinirt ist. Mit dem Gepäck aber giengen die Träger sehr langsam, so daß

wir vier Stunden unterweges blieben. Das Vergnügen am frühen Morgen sich zu erheben, ist dem sehr groß, der Gefühl für's physische und moralische Schöne und Große hat. Es scheint daß, ohne eben zu raisonniren, sich beydes mit einander verbindet, und eine so angenehme Stimmung hervorbringt. Was im Thal klein schien, erhebt sich so wie man steigt. Die kleinern Berge, welche im Thal die grossen decken, stellen sich unter die großen, deren Höhe man um desto besser schätzt, je mehr Höhe man selbst erreicht.

Da wir die Höhe bald erreicht hatten, fiengen sich Wolken an zu zeigen. Diese verkündigten kein schlechtes Wetter, denn sie waren von der Art, welche an den Spitzen der niedrigern Gebirge umherziehen; in der Ebene und auf den hohen Spitzen ist das schönste Wetter. Die Bewohner des Gebirgs nennen sie Bisenebel. Indessen genoßen wir bey unserer Ankunft nur noch des Anblicks einiger Stellen in der Ebene durch diese zerrissenen Wolken hindurch, und da fast mit Gewißheit vorherzusehen war, daß sie gegen den Abend verschwinden würden, ich überdem nicht unverrichteter Sache weggehen wollte, so wartete ich mit Geduld und Ungeduld das Verschwinden des Nebels von Morgens um 8 Uhr bis Abends um 6 Uhr ab. Unterdessen beschäftigte ich mich

mit Beobachtung des Barometers und anderer Instrumente. Ich litt ausserordentlich von der Hitze, obgleich vom Nebel beständig umgeben, so daß das Saussürsche Hygrometer den Punkt der größten Feuchtigkeit selten verließ, und aus dem Munde der Personen der Hauch sichtbarer hervorgieng, als in der Ebene im kalten feuchten Herbstwetter. Die Sonne, welche nur schwach durch die Wolken scheinen konnte, hatte auf die Körper, welche ihren Strahlen ausgesetzt waren, eine sehr starke Wirkung; Holz wurde 25 Grad. Reaum. warm. Einen in einem offenen hölzernen Kasten liegenden Zirkel konnte ich fast kaum in der Hand halten. Das frey hängende Thermometer wechselte zwischen 5 und 10 Grad ab. Nachdem der Nebel verschwunden war, sah ich keine Signale in der Ebene aufgesteckt. Man hatte es für unnöthig erachtet, mit vier Personen die Signale zu bewachen, die von mir nicht gesehen werden konnten. Indessen konnten noch einige andere Winkel gemessen werden. Mit untergehender Sonne verließen wir die Spitze, um eine halbe Stunde unter derselben in einer Alphütte zu übernachten, wo ich das Quecksilber in einem meiner Barometer, worein Luft gekommen war, von neuem kochte. Am folgenden Morgen waren wir mit Sonnenaufgang wieder auf dem Horn. Es dauerte nicht lange, so sah ich in der

Ebene die Signale, welche aus weißer Leinwand an Stangen befestiget bestunden. Es war sehr schwer auf der Spitze dieses Berges wegen losen Steinen dem Instrument die gehörige Stabilität zu geben. In Ermanglung eines Zelts ließ ich das Instrument mittelst eines in der Absicht mitgenommenen Sonnenschirms für den direkten Sonnenstrahlen schützen; denn die Libellen werden im Sonnenscheine nie den richtigen Stand annehmen, so bald sie mit einem Instrument verbunden sind, wo alle Theile derselben nie gleiche Wärme haben können. Ich halte auch aller Vorsicht ohngeachtet die Winkel auf dieser Spitze genommen, nicht so genau, als auf den andern beyden. Es that mir leid, auf dieser Spitze kein Signal aufrichten zu dürfen, weil die Bauern diesen Tag als den alten Jakobstag unter sich feyern, indem sie auf den Felsen herumklettern. Wir waren von wenigstens zwölf Personen, Männer und Mädchen, umringt. Diese wurden von jenen auf eine für einen schwindlichten Kopf ziemlich gefährliche Felsplatte *) geführt, wo man, ohne eine Gallerie vor sich zu haben, ein paar hundert Klafter perpendikular herunter sieht. Mit kaltem Blut aber steht man da sehr sicher.

*) Die Bewohner dieser Gegend nennen es die faule Platte. Die Oberländer sagen nemlich von solchen Stellen, oder an Abgründen fortgehenden Wegen, es sey da faul oder lauter.

Die Gesellschaft hätte unser Signal sicher niedergerissen, so wie das auf dem Niesen, denn den Leuten, die es aufgerichtet, hatte man schon verdächtige Sachen zugemuthet. Indessen, da ich anderthalb Tage auf dieser Spitze verweilt hatte, glaubte ich vom Niesen sie auch ohne Signal gut erkennen zu können. Die Stelle, auf welcher ich mein Fernrohr vom Hohgant her gerichtet gehabt hatte, war die Stelle des Instruments und gut zu finden, stimmte aber nicht mit der Stelle, für welcher an der Basis ab die Winkel genommen worden, überein; ich habe sie aber auf derselben reduzirt. Die Stelle, wo das Instrument stand, war nicht das höchste Horn, denn dasselbe hatte mir von Hohgant weg nicht bestimmt genug geschienen, um die Stelle auf dem Ort selbst wieder finden zu können. Das Instrument an den höchsten Ort zu stellen, war nicht möglich, indem der Abstand vom Punkt, welcher von Hohgant genommen, nicht hätte unmittelbar gemessen werden können, um das spitzwinklichte Dreyeck wegen Stellung des Instruments aufzulösen. Ich schätze den höchsten Theil des Stockhorns etwa 15 Fuß höher als den Standpunkt des Instruments.

Ich verließ die Bergspitze um 1 Uhr Nachmittags, in der Hoffnung die folgende Nacht auf der Hälfte der Höhe des Niesen zuzubringen. Wir mußten aber

unsern Leuten folgen, welche lieber am folgenden Morgen frühe von Erlenbach, wo wir dann blieben, in einem fort die Reise auf diesen Berg machen wollten. Ich legte mich frühe zur Ruhe, und obgleich ich am Morgen um halb drey Uhr alles in Bewegung setzte, so wurde es doch 4 Uhr bevor wir wanderten. Ich war wegen Streifnebel, welcher sich hie und da sehen ließ, sehr in Angst eine vergebene Reise zu machen. Denn man hält es für ein Zeichen von gutem Wetter, wenn Abends sich leichte Wolken an die Berge anhängen, die aber gegen den Morgen vergangen seyn müßen. Indessen sind alle solche Witterungszeichen, wie man weiß, nicht ganz zuverläßig, denn bey anhaltendem gutem Wetter ist zu jeder Zeit des Tages und des Nachts alles wolkenfrey. Wir erreichten die Spitze zwischen 9 und 10 Uhr. Man hat hier eine schöne Aussicht in die Ebene. Allein die Menge der Gegenstände und ihre Entfernung machen doch das Ganze etwas verwirrt. Wenn man für die Ebene wissen will, was man sieht, so muß man eine Charte und einen des Landes kundigen Führer haben. Berge sind's, was man von Bergen sieht, das übrige verschwindet. Wer sich nicht mit Namen von Bergen beschäftiget, braucht niemand der etwas sagt, nur sehen darf man sie. Von einem etwa 1000 Klafter erhabenen Ort, der nicht vom Hochgebirge zu ent-

fernt ist, wird man, von eines jeden Berges Masse ein zeln genommen, den größten sinnlichen Eindruck ihrer Größe erhalten. Dies ist was einen Jeden, er sey Naturforscher oder nicht, in Staunen setzt, und mit der Erreichung der Spitze eines Berges, wo sich Alles auf einmal darstellt, alle Mühe vergessen läßt, und neue Kräfte zu fühlen glauben macht.

Die Signale an der größern Standlinie waren so gestellt, daß das eine am Ende A im wirklichen Endpunkt der Basis sich befand. Das im B, konnte nicht im Punkte B selbst stehen, sondern es war 8 Fuß von demselben in der geraden Linie von B zum Niesen, so daß es für den zu beobachtenden Winkel das gleiche war, als ob beyde in den wirklichen Endpunkten der Basis gestanden hätten.

An der Standlinie ab war der Punkt a vom See bedeckt, und deswegen im Endpunkt der 64sten Kette aufgestellt, das andere aber im Punkt b selbst.

Der Horizontalwinkel, unter welchem die größere Basis vom Niesen erschien, ist durch Vervielfachung des Winkels aus mehrern Beobachtungsreihen, wo jede einzelne Beobachtung von der andern nicht mehr als eine halbe Minute abweicht, gefunden 10° 27′ 17″. Hiezu kommen wegen der Stelle des Instruments, welche von der Basis weiter entfernt war, als wo das Signal gestanden 6″, giebt den wahren

Winkel der ganzen Standlinie am Signal des Riesen 10° 27′ 23″. Von diesem Winkel müßen, weil der Winkelmesser nicht in A und B selbst gestanden, 26″ subtrahirt werden, so bleibt für den dritten der wirklich gemessenen Winkel . . . . . 10° 26′ 57″
Der bey A ist gefunden . . . . . 63. 56. 7.
. . . B . . . . 105. 36. 35.
Summa der drey gemessenen Winkel 179° 59′ 39″
Dies von 180° subtrahirt, läßt für die Summe der Fehler der drey Winkel 21 Sekunden. Diese vertheile ich so, daß ich den spitzen nur 3 und jeden der andern 9″ zusetze. Ich glaube nemlich, daß der spitze Winkel am genauesten hat gemessen werden können, wegen der Deutlichkeit der beyden Signale, und überdies ist es nicht übel gethan, die Vertheilung des Fehlers den Winkeln einigermaßen proportional zu machen. Die drey als wahr angenommenen Winkel dieses Dreyecks sind also 10° 27′ 0″; 63° 56′ 16″ und 105° 36′ 44″.

Für die Basis a b die gehörigen Correktionen, wegen der Abweichung der Stellen der Signale, von denen, wo das Instrument gestanden, gemacht, gaben für den dritten der wirklich gemessenen Winkel 10° 1′ 23″
Der in a war gefunden . . . . . 110. 43. 5.
Der bey b . . . . 59. 15. 35.
Summa der Winkel 180° 0′ 3″

Der

Der Fehler ist hier höchst unbeträchtlich. Ich nehme diese 3″ vom größten Winkel weg.

Bey dem letzten Dreyeck zum Schluß der Resultate werde ich zeigen, wie man die Folgen der Fehler der Winkel in den Seiten der Dreyecke fast ohne Mühe finden kann, indem man die Dreyecke selbst berechnet.

In diesen ersten Dreyecken (die beyden Standlinien und der Niesen) von welchen ich, weil auf sie alles ankommt, die Winkel, so wie sie die Messung gegeben, angezeigt habe, scheint es nicht, daß man den Fehler jedes Winkels auf 10 Sekunden setzen dürfe. Denn, wenn gleich die Winkel an der Basis ab und dem Niesen nur 3″ Fehler zeigen, so will ich sie deswegen doch nicht bis auf diese Quantität genau annehmen, weil in den Winkeln selbst die Fehler einander aufgehoben haben könnten. Allein es kömmt hier hauptsächlich auf die Winkel am Niesen an, welche, weil sie so spitz sind, den Einfluß auf die zuerst zu bestimmenden Seiten haben. Jede Sekunde Fehler in demselben ändert die Distanz des Niesen von den Endpunkten der Standlinien um einen Fuß. Also geben 10 Sek. Fehler im Winkel 10 Fuß in denselben, dies macht eine Ungewißheit, welche im Mittel ohngefähr $\frac{1}{3500}$ der Größen beträgt. Weil aber zwey Bases gebraucht worden

Bayerische Staatsbibliothek München

sind, so ist nicht wahrscheinlich, daß der Fehler der Winkel bey beyden auf derselben Seite liege, also nicht so beträchtlich im Ganzen ist. Wenn ich eine größere Basis hätte messen können, so würde die Genauigkeit viel weiter getrieben worden seyn, allein dies war nicht möglich. Die Basis a b hätte ich über den See bis Hiltersingen durch ein Seitendreyeck verlängern können. Allein ich glaubte dies nicht vortheilhaft genug, deswegen ein paar Tage aufzuopfern, und erstlich doch noch eine kleine Ungewißheit in der Weite von b bis Hiltersingen hineinzubringen, um dafür am Niesen einen Winkel von etwa 20 Grad zu haben. Die gleichseitigen Dreyecke sind leichter als die vortheilhaftesten vorzuschreiben, als so auszuführen, wenn man nicht Meister ist zu thun, was man gerne will.

Das erste Dreyeck, wo die eine Linie die gemessene Basis ist, hat immer, vorzüglich in einem Berglande, die größte Schwierigkeit. Denn wenn man zu viel Dreyecke machen muß, um eine beträchtliche große Linie zu bekommen, so kann es geschehen, daß man besser thut, mit einemmal sie zu bestimmen. Die folgenden kann man, wenn man schon die Skizze einer Charte hat, leichter und besser ordnen. Ich würde jetzt eine Dreyeckverbindung besser ordnen, als geschehen ist, aber doch nicht ohne das Gesche-

Bayerische Staatsbibliothek München

hene. Leichter meint man, können gleichschenklichte Dreyecke erhalten werden, und so könnte man glauben, daß es vortheilhafter gewesen wäre, wenn ich mich derselben bedient hätte. Der Vortheil der gleichschenklichten Dreyecke aber besteht zum größern Theil nur darinn, aus einer gegebenen Basis den möglich größten Vortheil in Genauigkeit der Bestimmung der andern Seiten des Dreyecks zu ziehen. Allein dies setzt voraus die Lage der Linie so annehmen zu können, daß die Winkel an derselben gleich werden. Dies kann nicht allemal geschehen, so wie es bey diesen Operationen der Fall war, ohne beträchtlichen Verlust in der Länge der Basis. Jede meiner Standlinien hätte um den sechsten Theil kürzer seyn und doch demselben Winkel am Niesen entsprechen können. Allein die Lage, welche die Basis dazu erforderte, war nicht möglich.

Doch genug hierüber; denn man setzt schon voraus, daß, wer eine solche Messung unternimmt, auch suche und wisse, den größten Grad der Genauigkeit zu erlangen, welchen Lokal- und Nebenumstände erlauben.

Im Dreyeck, welches Stockhorn, Niesen und Hohgant formiren, sind alle drey Winkel gemessen worden; der Fehler der Summe war unbeträchtlich. Auf Hohgant hatte ich, als ich da war, einen Stein-

haufen aufrichten lassen, welcher, da die Gegend nicht besucht ist, stehen geblieben war. Dieser diente vom Stockhorn und Niesen zum Signal. Allein die Deutlichkeit hätte größer seyn können. Ueberhaupt ist nichts nothwendiger, als sichere Signale zu haben. Die Messung wäre im Ganzen viel genauer, wenn auf allen Bergspitzen Signale gestellt worden wären. Auf den höhern ist es fast unmöglich; allein diese haben, wenn man stark vergrößernde Fernröhre am Winkelmesser hat, gewöhnlich eine erkenntliche Stelle, einen scharfen Felsen oder einen beständigen Schneefleck. Auf die Jungfrau, den Mönch, den Eiger und das Schreckhorn, konnte nicht viel im Visiren gefehlt werden, aber bey den übrigen war es nicht so sicher. Es kann geschehen, wenn der Gegenstand, auf welchen das Fernrohr gerichtet wird, nicht klein ist, daß er von einer Station anders genommen wird als von der andern, indem man ihn von verschiedenen Seiten zu sehen bekömmt. Von 10 Uhr des Morgens bis 5 Uhr Abends stand ich auf dem Niesen am Winkelmesser, um die Winkel zu vervielfachen, und bey denen, wo ich dies überflüßig hielt, wenigstens mehrere Beobachtungen zu machen, um Schreibfehler zu verhüten.

Ich hatte vorgenommen, auf der andern Seite vom Niesen gegen Müllinen herunter zu gehen, um

den folgenden Tag auf dem Morgenberghorn zuzubringen. Ich fürchtete, daß meine Sachen nicht glücklich hinaufgebracht werden möchten, indem der Träger, die Kisten für den Winkelmesser auf dem Rücken, sich von der Wand entfernt halten mußte, und ein kleiner Stoß mit denselben gegen den Felsen ihn unglücklich gemacht haben würde *). Für mich war ein Grund da, nicht hinzugehen, der jetzt nicht mehr ist. Ich glaubte auch den dritten Winkel genau genug aus denen auf dem Niesen und Hohgant schließen zu können.

Beym Heruntergehen nach Erlenbach verließ ich die Führer, welche mir nicht schnell genug giengen, verlor aber den Weg. Nach vergeblichem Suchen glaubte ich es am beßten, gerade durch einen Wald, in welchen ich gerieth, fortzugehen. Der Abhang war so steil, daß ich mich am Gesträuch herunter ließ; die ankommende Dunkelheit und sich einstellende Furcht, entweder beym Fortgehen gegen den Abgrund des Waldwassers zu gerathen, oder im Tannenwald übernachten zu müßen, machten, daß ich alle meine Kräfte anstrengte, um mit dem wenigsten Zeitverlust herauszukommen. Ich gerieth an eine kleine steile Anhöhe, auf welche ich mich durch

*) Mein Barometer war so, doch ohne dem Mann zu schaden, auf der vorigen Reise verunglückt.

Hülfe des Gebüsches nach einigen vergeblichen Bemühungen schwang, von welcher ich zu meiner grossen Freude die ersten bewohnten Hütten erblickte und durch die Güte der Leute mich etwas erfrischen konnte, und von da wieder auf den rechten Weg, den ich weit verfehlt hatte, geführt wurde. Gegen 10 Uhr langte ich endlich wieder in Erlenbach an, von wo am folgenden Tage die Reise zur Grimsel angefangen wurde. Da dieses nicht zur jetzigen Messung gehört, über deren Reisebeschreibung ich vielleicht zu weitläufig schon gewesen bin, so eile ich die Winkel der Dreyecke anzugeben, so wie sie mir nach allen gehörigen Correktionen für Stellung des Instruments, rc. gekommen sind.

Dreyecke zur Bestimmung der Horizontal-Distanz des Niesen von Hohgant.

(I.) Des ersten Dreyecks.

Winkel, am	östlichen Ende der Basis	A	63° 56′ 16″
	westlichen	B	105. 36. 44.
	Niesen		10. 27. 0.

Aus diesen Winkeln und der Länge der Basis, welche, da das Instrument zum Winkelmessen nicht über den Endpunkten derselben gestellt werden konnte, auf 7551,9 Fuß reduzirt worden ist, findet sich die Horizontal-Entfernung:

Des Niesen vom Punkte A,	.	40100,2 Fuß
— — — — — B,	.	37402,7 .

(II.) Des zweyten Dreyecks.

Winkel, am	östlichen Ende der Basis	29° 34′ 32″
	Niesen	115. 5. 18.
	folglich	
	Morgenberghorn . .	35. 20. 10.

Aus diesem und der gefundenen Entfernung des Niesen von A, folget die Horizontal-Entfernung des Morgenberghorns vom Niesen 34220,7 Fuß.

(*III.*) Des dritten Dreyecks.

Winkel, am	Niesen	53° 29′ 48″
	Hohgant	26. 18. 44.
	folglich	
	Morgenberghorn . .	100. 11. 28.

Dies giebt die Distanz des Niesen von Hohgant, 75984 Fuß.

Da diese Weite der Basis für die Dreyecke zum Hochgebirge dient, und doch zwey Winkel nicht gemessen worden sind, so habe ich sie durch eine andere Reihe von Dreyecken noch einmal bestimmt. Folgende aus der zweyten am See liegenden Standlinie hergeleiteten und für sich brauchbare Bestimmungen dienen also auch als:

Versicherungs-Dreyecke für die Weite des Niesen von Hohgant.

(*IV.*) Des ersten Dreyecks.

Winkel, am	östlichen Ende der Basis, am	
	See, (a) . . .	110° 43′ 2″
	westlichen, (b) . . .	59. 15. 35.
	Niesen	10. 1. 23.

Die Länge der Basis, wie sie in diesem Dreyeck vorkömmt, ist 6459,7 Fuß. Man findet aus diesem: Die Entfernung des Niesen vom westlichen Ende der

Basis 34715 Fuß, und vom östlichen, oder dem Punkt am See 31900 Fuß.

(*V.*) Des zweyten Dreyecks.

Winkel, an	a	46° 23′ 38″
	b	121. 33. 32.
	Stockhorn . . .	12. 2. 50.

Daher Stockhorn von a, 26372 Fuß.
von b, 22410,5 .

(*VI.*) Des dritten Dreyecks.

Winkel, am	a	64° 19′ 27″
	Niesen	49. 15. 45.
	Stockhorn . . .	66. 24. 48.

Aus der Weite des Stockhorn von a, und diesen Winkeln findet sich die Horizontal-Distanz des Niesen vom Stockhorn 31368,5 Fuß, und Niesen von a, 31897,5. Dies ist aus dem ersten Dreyeck aber 31900.0; der Unterschied beträgt nur zwey und einen halben Fuß. Ich halte aber das erste Dreyeck dieser Reihe für sehr genau, und deswegen die gefundene Entfernung des Stockhorn vom Niesen um ein Geringes zu klein. In der That habe ich aus einem andern Dreyeck, Stockhorn, Niesen, Schloß Thun, diese Weite 31374 Fuß gefunden. (Die Entfernung des Niesen von der gegen den

See stehenden höchsten Windfahne des Thurms des Schlosses Thun, hat hiebey als gegebene Linie gedient, sie ist bis auf eine Kleinigkeit aus beyden Standlinien 39295 Fuß gefunden worden *).

Ich setze daher die Horizontal-Distanz des Stockhorns vom Niesen 31370 Fuß, als bekannt.

(*VII.*) Des vierten Dreyecks.

Winkel, am	Stockhorn . .	62°	7′	25″
	Niesen . . .	108.	51.	5.
	Hohgant . .	19.	1.	30.

Hieraus folget die Entfernung

Stockhorn von Hohgant 91071 Fuß.

Niesen von Hohgant . 75960 .

Diese letztere Entfernung ist aber aus der ersten Dreyeckreihe 75984 Fuß gefunden worden; der Unterschied ist 24 Fuß, noch nicht völlig $\frac{1}{3000}$ der Länge. Nimmt man die Hälfte als wahr an, so ist der Fehler 12 Fuß, oder die Ungewißheit weniger als $\frac{1}{6000}$. Ich bleibe aber bey der Angabe der ersten Dreyeckreihe, für die aus dieser Linie bestimmten Weiten, und nehme dafür hingegen 91071 Fuß die Entfer-

*) Ich gebe diese Distanz an, weil sie von jedermann am bequemsten wieder gefunden werden kann. Der eine Endpunkt ist sehr wohl bestimmt, und in der höchsten Spitze des Niesen wird man sich nicht um viel betrügen.

nung des Stockhorns von Hohgant, aus dem letzten Dreyeck, auch ohne Aenderung an, um dieselben Größen zu bestimmen.

In folgenden Dreyecken haben die dritten Winkel nicht gemessen werden können, wegen der Schwierigkeit auf die hohen Spitzen zu gelangen, aber dafür sind dieselben Größen so bald es möglich war, aus verschiedenen Linien und Winkeln bestimmt worden.

Es sind nemlich die vornehmsten Spitzen des Hochgebirgs durch zwo Dreyeckreihen versichert; die in der einen haben die Entfernung des Niesen von Hohgant, und in der andern die Weite des Stockhorns von Hohgant zur Grundlinie Für die von den Endpunkten der beyden Hauptstandlinien sichtbaren Berge ist noch die Entfernung des Niesen von diesen Punkten zur Grundlinie von Dreyecken auf die hohen Gebirge angenommen, so daß hier ihre Entfernung vom Niesen schon aus dem zweyten Dreyeck fließet. Nur sind die Winkel in diesen nicht mit der größten Sorgfalt gemessen, theils weil sie nicht zur Hauptreihe dienen sollten, und ich die Resultate nur aus Neugierde gesucht, theils des schlechten Wetters wegen, welches, da ich in der Ebene beschäftiget war, mir nur erlaubte von Zeit zu Zeit eine Spitze zu erhaschen, welche aus den Wolken hervorstach; war ich eben mit der Messung eines andern

Winkels beschäftiget, so gieng dieser günstige Augenblick verloren, und ich mußte einen andern erwarten; dann sind auch die dritten Winkel dieser Dreyecke klein, und da sie nicht zum eigentlichen Resultat bestimmt waren, so habe ich sie nur aus Neugierde berechnet, und auch deswegen angegeben, damit man sie gegen die andern Bestimmungen halten könne. Zugleich wird man den Einfluß der beobachteten Höhenwinkel in den zu bestimmenden Höhen dadurch einigermaßen beurtheilen können, da sie für denselben Berg an mehrern Punkten genommen worden sind.

Für die Bestimmung der Lage des Jungfrauhorns.

(*VIII.*) I. Das Dreyeck.

dessen Winkel am	Hohgant . . .	60° 0′ 30″
	Niesen	66. 42. 10.
	folglich	
	Jungfrauhorn .	53. 17. 20.

Dies und die bekannte Weite NH = 75984 Fuß giebt die Entfernung des

Jungfrauhorn vom Niesen 82091,5 Fuß.
— — — von Hohgant 87057,0 .

(*IX.*) II. Das Dreyeck.

dessen Winkel sind am	Hohgant . . .	79° 2′ 0″	
	Stockhorn . .	48. 56. 30.	
	Jungfrauhorn also	52. 1. 30.	

HS = 91071 Fuß giebt Horizontal-Distanz des Jungfrauhorn vom Stockhorn 113421 Fuß.
— — — von Hohgant 87115 .

Leztere Entfernung ist von jener durch Winkel auf dem Niesen gefundenen um 58 Fuß verschieden, also der Fehler etwas mehr als $\frac{1}{1500}$. Allein die Ungewißheit für 100″ Fehler in jedem beobachteten Winkel bringt ohngefähr 80 Fuß; und wie schon bemerkt worden, sind die Winkel auf's Stockhorn nur einmal gemessen. Da es hier nur auf Höhen eigentlich abgesehen ist, so ist die Frage nur, ob hier der Fehler der Weite einen beträchtlichen Einfluß habe? Für 60 Fuß Fehler in der Weite des Stockhorns von der Jungfrau aber bekömmt man nur einen Fuß Fehler in der Höhe. Für die Weiten der Spitzen des Hochgebirgs von Hohgant aber nehme ich die Resultate aus den Winkeln vom Niesen gefunden, als die wahren an, so daß der Einfluß der Weite in die Höhen, aus den Dreyecken, in welchem das Stockhorn vorkömmt, nur ein Drittheil ist.

Aus B N und den gehörigen Winkeln ist gefunden B J, 112791 Fuß. Aus A N ist A J, 111577 Fuß.

Der Fehler, welchem diesen Dreyecke ausgesetzt sind, ist in B J ohngefähr 400 und in N J 340 Fuß, für 100″ Fehler in jedem beobachteten Winkel, wenn sie auf gleicher Seite liegen.

Noch ist aus a N hergeleitet a J = 104355 Fuß. Dieses a J schätze ich zu groß, ohngefähr $\frac{1}{510}$ der Weite.

Für die Lage des Mönchs.

(*X.*) I. Dreyeck.

dessen Winkel sind am	Hohgant . . .	66° 30′ 45″
	Niesen	59. 47. 10.
	Mönch . . .	53. 42. 5.

Dies giebt NM, 86468 Fuß.
und HM, 81472 .

(*XI.*) II. Dreyeck.

dessen Winkel sind am	Hohgant . . .	85° 32′ 15″
	Stockhorn . .	43. 49. 0.
	Mönch . . .	50. 38. 45.

Hieraus folgt SM 117421 Fuß.
HM 81544 .

Diese letztere Distanz ist von der vorher durch den Winkel auf dem Niesen gefundenen um 72 Fuß verschieden; der Fehler ist $\frac{1}{1130}$ oder vielmehr der Unterschied vom erstern Resultat, denn dasselbe kann auch vielleicht um etwas zu klein seyn.

Es ist gefunden für die Weite

BM	114976	Fuß.
AM	112763	.
aM	105864	.

Die verschiedenen Werthe von NM, durch welche ich die Zuverlässigkeit der Weiten BM, AM und aM bestimme, sind im Durchschnitt um 148 Fuß zu groß.

Für die Lage des Eigers.

(*XII.*) I. Dreyeck.

dessen Winkel am	Hohgant . . .	69° 12′ 30″
	Riesen	55. 19. 0.
	Eiger	55. 28. 30.

Hieraus folgt NE, 86221 Fuß.
und HE, 75839 .

(*XIII.*) II. Dreyeck.

dessen Winkel am	Hohgant . . .	88° 14′ 0″
	Stockhorn . .	40. 30. 35.
	Eiger	51. 15. 25.

Giebt SE 116709 Fuß.
HE 75847 .

Dieses letzte HE ist vom ersten nur um 8 Fuß verschieden.

AE ist gefunden	110496	Fuß.
BE . . .	112710	.
aE . . .	103772	.

Für die Lage des Schreckhorns.

*XIV*tes Dreyeck.

dessen Winkel am	Hohgant	. . .	87° 31′ 0″
	Niesen	. . . .	49. 29. 0.
	Schreckhorn	. .	43. 0.

Dies giebt NS 111309 Fuß.
HS 84698 .

Für die Lage des Wetterhorns.

*XV*tes Dreyeck.

dessen Winkel sind am	Hohgant	. . .	95° 41′
	Niesen	. . . .	41. 28. 40.
	Wetterhorn	. .	42. 50. 20.

Dies giebt HW 74016 Fuß.
NW 111202 .

Bestimmung

Bestimmung der Höhen der Dreyecks-punkte über den Thunersee.

I. Höhe des Niesen.

Aus dem ersten Dreyeck der ersten Reihe ist die Entfernung des Niesen *) von A = 40100,2 Fuß, in A ist der scheinbare Höhenwinkel der Niesenspitze beobachtet worden = 7° 50′

Log. AN = 4,6031467

Log. Tang. 7° 50′ = 9,1385417

. . . . 3,7416884. Zu diesem Logarithmus gehört die Zahl 5516,8; so viel Fuß ist der Niesen trigonometrisch über die Horizontallinie des Instruments in A, wenn die Höhe des Niesen senkrecht auf derselben genommen wird. Da man aber die senkrechte Linie von der Spitze des Niesens bis auf diese Linie sucht, so muß man noch 1,6 Fuß addiren.

Also Niesen über Instrum. in A trig.	5516,8
Fehler der Rechnung	1,6
wahre Höhe des Niesen über der Horizontallinie durch Instrum. in A .	5518,4 Fuß.

Ich setze den Durchmesser der Erde 39328800 Fuß; fünf Viertel des Durchmessers sind also

*) Ich schreibe oft der Kürze wegen in der Folge nur den ersten Buchstaben des Namens des Berges.

49161000 Fuß, davon ist der Logar. = 7,6916
dieses subtrahirt von 2 Logar. A N = 9,2062
läßt übrig den Logar. der Correktion für
Krümmung und Refraktion . . = 1,5146
Dazu gehört die Zahl 32,7 Fuß, addirt zu vorhergefundenen . . 5518,4 .
nebst der Höhe des Instruments in A . . 4,0 .
giebt N über A . . 5555,1 Fuß.

In B ist der Höhenwinkel des Riesen beobachtet worden 8° 20′, dies giebt:

B N tang. 8° 20′ =	5478,8
Fehler der Rechnung . .	1,6
Correkt. für Krüm. u. Refr.	28,5
Höhe des Instruments über A	4,0
Höhe des Riesen über A .	5512,9
B über A =	44,6
Riesen über A . . .	5557,5 Fuß.

Dies differirt noch nicht 2,5 Fuß vom Resultat, das aus dem einen Punkt A gemachten Beobachtungen hergeleitet ist. Obgleich die Höhenwinkel hier in Minuten angegeben sind, so sind sie doch bis auf etwa 15 Sekunden genau; ich habe sie mehrmal beobachtet, die Sekunden geschätzt, und ein Mittel genommen; da es sich nicht sehr von einer ganzen Anzahl von Minuten entfernt, so habe ich sie lieber so niederschrei-

ben wollen, als mir das Ansehen einer Genauigkeit von ein paar Sekunden zu geben. Bey 7° 50′ ist die Differenz der Logarithmen der Tangenten für 100 Sekunden, 15600; diese Größe bringt bey den Logarithmen für die Zahl 5516, einen Unterschied von 19,6. Die Abweichung der Beobachtungen von der Wahrheit beträgt also nur 10 Sekunden ohngefähr, wenn man eine derselben als richtig ansieht: wären aber beyde auf derselben Seite falsch, so wäre der größere Fehler 20 Sekunden. Ich bin aber sicher, nicht um so viel bey einer Beobachtung gefehlt zu haben, da ich sicher 15 Sekunden schätzte, und bey diesen Winkeln alle nur mögliche Vorsicht brauchte.

Auf der Niesenspitze ist der Depreßionswinkel des Signals in A beobachtet worden = 7° 55′ 50″.

Distanz des Signals von N . . .	40102 Fuß
Dies giebt A unter N trigonometrisch	5586,4 .
zu subtrahiren Corr. für Krümm. u. Refr.	32,7 .
bleibt Signal in A unter Instrum. in N	5553,7 .
Höhe des Instruments . . .	4 .
Signal A unter N	5549,7 .
Signal A über A	8,0 .
A unter N	5557,7 Fuß

vorher gefunden aus dem Elevationswinkel in A, 5555,1 Fuß, die Differenz ist ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Fuß, das Mittel der beyden Beobachtungen 5556,4 Fuß.

Von N ist die Depreßion des Signals in B beobachtet worden 8° 25′ 45″, Horizontal-Distanz N vom Signal in B = 37394 Fuß. Dies giebt:

B unter Instrument in N trigonom.	5541,3 Fuß
Correktion für Krümmung u. Refraktion	28,5 .
Signal B unter Instrument in N .	5512,8 .
Höhe des Instruments	4 .
Signal B unter N	5508,8 .
Signal B über den Punkt B . .	2,0 .
B unter N	5510,8 .
vorher gefunden N über B	5512,9 .
Mittel Niesen über B	5511,9 Fuß

Da die Fehler in beyden Beobachtungen von der Ebene und vom Berge nur um 2¼ Fuß im Mittel verschieden sind, und noch auf beyden Seiten liegen, so kann man sich, da des Instruments Collimationslinie gehörig untersucht war, auf die Formel für die Refraktion unter ähnlichen Umständen verlassen.

Höhe des Niesen über B . . .	5511,9 Fuß
B über A	44,6 .
Höhe des Niesen über A . . .	5556,5 .
Aus den Beobachtungen für A selbst	5556,4 .
Der Punkt A war über die Aar	5 Fuß
also der Niesen über die Aar bey Thun	5561,5 Fuß

Im ersten Dreyeck der zweyten Reihe ist a N = 31900 Fuß, und der Höhenwinkel des Niesen = 9° 50′ 20″.

Dies giebt N über a trigonometrisch	5533,8 Fuß
Fehler der Rechnung	1,6 .
Correktion für Krümmung und Refrakt.	20,7 .
Höhe des Instruments	4,0 .
Höhe des Niesen über a, ...	5560,1 Fuß

In b ist der Elevationswinkel von N = 9° 0′ und b N = 34715 Fuß.

Dies giebt N über Instrum. in b trigon.	5498,4 Fuß
Fehler der Rechnung	1,6 .
Krümmung und Refraktion . . .	24,5 .
Höhe des Instruments	4,0 .
N über b	5528,5 Fuß
b über a	32,0 .
N über a	5560,5 Fuß
vorher aus dem Punkt a gefunden .	5560,1 .

Der Unterschied beträgt noch keinen halben Fuß.

Vom Niesen war die Depreßion des Signals a = 9° 55′ 30″, Horizontal-Distanz dieses Signals von N = 31920 Fuß. Dies giebt:

Signal a unter Instrum. in N trigon.		5585,3 Fuß
Höhe des Instruments .	4,0 Fuß	
Krümmung u. Refraktion	20,7 .	24,7 .
Signal a über a . .	0,0 .	
bleibt für a unter N		5560,6 Fuß
vorher gefunden N über a		5560,1 .

Mittel dieser beyden Beobachtungen giebt Höhe des Niesen über a = 5560,35 Fuß.

Der Depreßionswinkel des Signals b vom Niesen war 9° 5′ 0″, und N b = 34715 Fuß.

Dies giebt Signal b unter N . . . 5550,1 Fuß
Krümmung und Refraktion 24,5 }
Höhe des Instruments . 4,0 } . 28,5 .
also Signal b unter N . . . . . 5521,6 .
Signal b unter N . . . . . . 5521,6 .
Signal b über b . . . . 7,0 .
b unter N . . . . 5528,6 Fuß
vorher gefunden N über b . . . 5528,5 .

Es lohnt hier nicht der Mühe ein Mittel zu nehmen, ich setze also den Niesen über b 5528,5 Fuß
b über a . . . . 32,0 .
Niesen über b aus den Beobachtungen
für diesen Punkt . . . . 5560,5 .
Aus Beobachtung für den Punkt a ist
gefunden worden . . . . . . 5560,35 .
Also der Niesen über a . . . . 5560,4 Fuß

Der Punkt a war mit dem See fast gleich hoch, man kann also die Höhe des Niesen über den Thunersee aus den Beobachtungen an der Basis ab zu 5560,5 Fuß annehmen.

Vergleicht man dieses Resultat mit dem an der Basis AB gefundenen, so findet man einen Fuß Unterschied; um diese Größe müßte also die Aar bey Thun niedriger seyn als der See; in wie weit dieses

richtig ist, weiß ich nicht, da ich die Strecke nicht nivellirt habe. Groß ist der Fall nicht, ich schätze ihn nicht einmal 2 Fuß.

Es scheint mir, daß die Höhe des Riesen bis auf einen Fuß zuverläßig ist.

II. Höhe des Stockhorns.

Der Höhenwinkel des Stockhorns, im Punkt a beobachtet, ist 10° 41′, aus diesem und a S findet sich

S über a Instrum. trigonometrisch	4975,1 Fuß
Fehler wegen der Rechnung . .	1,3 .
Krümmung und Refraktion . .	14,1 .
Höhe des Instruments	4 .
Stockhorn über a	4994,5 Fuß

In b ist der Höhenwinkel von S, 12° 25′, aus diesen nebst b S folgt:

S über b trigon.		4934,1 Fuß
Fehler der Rechnung .	1,3	
Krümmung und Refraktion	12,6	17,9 .
Instrument	4	
Stockhorn über b		4952,0 Fuß
b über a		32,0 .
S über a, aus diesen folgt		4984,0 Fuß

Ist vom vorigen um 10 Fuß verschieden.

Vom Stockhorn ist beobachtet die Depression des Signals a, dessen Horizontal-Distanz von

S = 26333 Fuß, 10° 45′. Dies giebt Signal a

unter S trigonometrisch . . .		4999,5 Fuß
Krümmung und Refraktion	14,1	
Instrument	4	18,1 .
Höhe des Signals . . .	0	
Höhe des Stockhorns über a . . .		4981,4 .

Die Depreßion vom Signal in b von S ist 12° 29′ 30″. Daraus und b S folgt:

Signal b unter S trigonometrisch .		4964,8 Fuß
Krümmung und Refraktion	12,6	
Instrument	4,0	9,6 .
Höhe des Signals . . .	7,0	
b unter S		4955,2 .
vorher gefunden S über b		4952,0 .
Mittel S über b		4953,6 Fuß
b über a		32,0 .
Stockhorn über a aus Beobachtung in b		4985,6 Fuß

Das Mittel der Beobachtungen für den Punkt a selbst, ist 4988 Fuß. Dies differirt vom vorigen Resultat um 2,4 Fuß. Das Mittel aller vier beobachteten Höhenwinkel giebt für die Höhe des Stockhorns über a oder den Thunersee 4986,8 Fuß, wofür man wegen der geringen Erhöhung von a über den See 4987 Fuß setzen kann.

Die Vertikalwinkel für's Stockhorn sind nicht mit der Genauigkeit genommen worden, wie für den Niesen, doch muß noch hier etwas vom Nebenumstande beym Beobachten aus der Acht gelassen worden seyn, etwa Lage des Fernrohrs und Stand der Libellen vielleicht etwas geändert; die beschwerliche Hitze auf dem Stockhorn selbst hatte vielleicht einige Theile des Instruments, das nur dann geschirmt war, wenn ich beobachtete, ungleich ausgedehnt, und die Libellen falsch zeigen lassen, auch in die Ebene war es drückend heiß, zu der Zeit, da diese Höhenwinkel genommen worden.

Ich habe noch für den Punkt B die Höhe des Stockhorns hergeleitet, (A war nicht sichtbar vom Stockhorn).

Die Beobachtung aus B giebt S über B	4946,6 Fuß
— — — von S - - B unter S	4947,0 .
Differenz der Höhe von B und S .	4946,8 .
B über A . .	44,6 .
S über A	4991,4 Fuß
A über die Aar . . .	5,0 .
Stockhorn über die Aar bey Thun	4996,4 Fuß

Dies gilt aber für einen Punkt desselben Horns, welcher um 2 Fuß höher ist als der, welcher am

See bestimmt worden, folglich wird die Höhe des Stockhorns über die Aar bey Thun 4994,4 Fuß. Setze ich den Fall vom See bis zur Aar 1,5 Fuß, so folgt hieraus die Höhe des Stockhorns über den See 4993 Fuß, welches 6 Fuß von dem da gefundenen Resultat verschieden ist. Das Mittel wäre 4990 Fuß. Ich halte aber das Resultat am See zuverläßiger.

Für den Unterschied der Höhen des Niesen, Stockhorn und Hohgant.

Vom Stockhorn erschien die Niesenspitze unter einem Erhöhungswinkel von 0° 59′, Entfernung 31370 Fuß. Diese ist, da sie nur in der Ebene des Thunersee gilt, für den Stand aufs Stockhorn beynahe 5000 Fuß über dieselbe, um den Theil zu vergrößern, welcher 5000 Fuß vom Halbmesser der Erde macht, dies ist ohngefähr $\frac{1}{3900}$. Man kann aber auch, und dies ist das bequemste, das letzte Resultat, die durch die ungeänderte Distanz gefundener Höhen um $\frac{1}{3900}$ vergrößern.

Aus obiger Angabe folgt:

Niesen über Stockhorn trigon. .	538,4 Fuß
$\frac{1}{3900}$ *)	0,1 .
Krümmung und Refraktion . .	20,0 .
Höhe des Instruments	4,0 .
Niesen über Stockhorn . .	562,5 Fuß

*) Diese Größe schon ist unbeträchtlich, eben so wie der Fehler der Rechnuug, welches dadurch noch vermindert wird, daß das Resultat für den Depreßionswinkel zu groß wird, also das Mittel beyder sich wenig von der Wahrheit entfernt.

Vom Niesen erschien das Stockhorn 1° 5′ 40″ unter der Horizontallinie. Dies giebt:

Stockhorn unter dem Niesen trigon.		599,3 Fuß
Krümmung und Refraktion	20,0	
Instrument	4,0	– 24,0 .
Stockhorn unter den Niesen . . .		575,3 Fuß
Niesen über Stockhorn		562,5 .
Differenz der Höhen des Niesen und Stockhorn		568,9 .

Obschon der Unterschied beyder Resultate beynahe 13 Fuß beträgt, so ist doch dieses wenigstens nicht allein dem Fehler der Beobachtung zuzuschreiben. Man wird sehen, daß das Mittel sich nicht weit von der Wahrheit entfernt; der Unterschied entsteht daher, daß der Effekt der Refraktion hier zu stark angesetzt ist; das schadet aber dem Mittel nichts. Ich habe nur beyde Rechnungen für den Erhöhung- und Depressionswinkel angeführt, um im vorigen die Genauigkeit der Beobachtung und hier die Unzuverläßigkeit der Regel zu zeigen, welche die Refraktion der Erdobjekte ohne weitere Rücksicht der Entfernung proportional setzt; denn sonst darf man nur um die Differenz der Höhen zu finden, das Mittel der trigonometrischen Höhe und Erniedrigung 538,4 und 599,3 nehmen, welches ebenfalls 568,9 giebt.

Vom Stockhorn erschien Hohgant 0° 4′ 25″ unter der Horizontallinie; dies nebst der Entfernung der beyden Punkte giebt:

H unter S trigonometrisch . . .	117,0 Fuß
abgezogen Krümmung und Refraktion	168,8 .
bleibt H über S	51,8 Fuß
Höhe des Instruments	4,0 .
Differenz der Höhe von H und S .	55,8 Fuß

Von Hohgant erschien das Stockhorn unter einem Depreßionswinkel von 0° 9′ 40″. Daher

S unter H trigonometrisch . . .		256,1 Fuß
Krümmung und Refraktion	168,8	. 172,8 .
Instrument	4,0	
Stockhorn unter Hohgant . . .		83,3 Fuß
Hohgant über Stockhorn gefunden .		55,8 .
Also Hohgant höher als Stockhorn		69,5 Fuß
Differenz beyder Rechnungen . .		27,5 .

Von Hohgant erschien der Niesen unter einem Erhöhungswinkel von 0° 17′. Dies nebst angegebener Distanz giebt:

N über H trigonometrisch . . .	375,7 Fuß
Krümmung und Refraktion . . .	117,5 .
Instrument	4,0 .
Niesen über Hohgant . . .	497,2 .

See bestimmt worden, folglich wird die Höhe des Stockhorns über die Aar bey Thun 4994,4 Fuß. Setze ich den Fall vom See bis zur Aar 1,5 Fuß, so folgt hieraus die Höhe des Stockhorns über den See 4993 Fuß, welches 6 Fuß von dem da gefundenen Resultat verschieden ist. Das Mittel wäre 4990 Fuß. Ich halte aber das Resultat am See zuverläßiger.

Für den Unterschied der Höhen des Niesen, Stockhorn und Hohgant.

Vom Stockhorn erschien die Niesenspitze unter einem Erhöhungswinkel von 0° 59′, Entfernung 31370 Fuß. Diese ist, da sie nur in der Ebene des Thunersee gilt, für den Stand aufs Stockhorn beynahe 5000 Fuß über dieselbe, um den Theil zu vergrößern, welcher 5000 Fuß vom Halbmesser der Erde macht, dies ist ohngefähr $\frac{1}{3900}$. Man kann aber auch, und dies ist das bequemste, das letzte Resultat, die durch die ungeänderte Distanz gefundener Höhen um $\frac{1}{3900}$ vergrößern.

Aus obiger Angabe folgt:

Niesen über Stockhorn trigon. .	538,4 Fuß
$\frac{1}{3900}$ *)	0,1 .
Krümmung und Refraktion . .	20,0 .
Höhe des Instruments	4,0 .
Niesen über Stockhorn . .	562,5 Fuß

*) Diese Größe schon ist unbeträchtlich, eben so wie der Fehler der Rechnuug, welches dadurch noch vermindert wird, daß das Resultat für den Depreßionswinkel zu groß wird, also das Mittel beyder sich wenig von der Wahrheit entfernt.

Vom Niesen erschien das Stockhorn 1° 5′ 40″ unter der Horizontallinie. Dies giebt:

Stockhorn unter dem Niesen trigon.		599,3 Fuß
Krümmung und Refraktion	20,0	
Instrument	4,0	- 24,0 .
Stockhorn unter den Niesen . . .		575,3 Fuß
Niesen über Stockhorn		562,5 .
Differenz der Höhen des Niesen und Stockhorn		568,9 .

Obschon der Unterschied beyder Resultate beynahe 13 Fuß beträgt, so ist doch dieses wenigstens nicht allein dem Fehler der Beobachtung zuzuschreiben. Man wird sehen, daß das Mittel sich nicht weit von der Wahrheit entfernt; der Unterschied entsteht daher, daß der Effekt der Refraktion hier zu stark angesetzt ist; das schadet aber dem Mittel nichts. Ich habe nur beyde Rechnungen für den Erhöhung- und Depressionswinkel angeführt, um im vorigen die Genauigkeit der Beobachtung und hier die Unzuverläßigkeit der Regel zu zeigen, welche die Refraktion der Erdobjekte ohne weitere Rücksicht der Entfernung proportional setzt; denn sonst darf man nur um die Differenz der Höhen zu finden, das Mittel der trigonometrischen Höhe und Erniedrigung 538,4 und 599,3 nehmen, welches ebenfalls 568,9 giebt.

Vom Stockhorn erschien Hohgant 0° 4′ 25″ unter der Horizontallinie; dies nebst der Entfernung der beyden Punkte giebt:

H unter S trigonometrisch . . .	117,0 Fuß
abgezogen Krümmung und Refraktion	168,8 .
bleibt H über S	51,8 Fuß
Höhe des Instruments	4,0 .
Differenz der Höhe von H und S .	55,8 Fuß

Von Hohgant erschien das Stockhorn unter einem Depreßionswinkel von 0° 9′ 40″. Daher

S unter H trigonometrisch . . .		256,1 Fuß
Krümmung und Refraktion	168,8	. 172,8 .
Instrument	4,0	
Stockhorn unter Hohgant . . .		83,3 Fuß
Hohgant über Stockhorn gefunden .		55,8 .
Also Hohgant höher als Stockhorn		69,5 Fuß
Differenz beyder Rechnungen . .		27,5 .

Von Hohgant erschien der Niesen unter einem Erhöhungswinkel von 0° 17′. Dies nebst angegebener Distanz giebt:

N über H trigonometrisch . . .	375,7 Fuß
Krümmung und Refraktion . . .	117,5 .
Instrument	4,0 .
Niesen über Hohgant . . .	497,2 .

Vom Niesen war Hohgant 0° 29′ unter der Horizontallinie. Dies giebt:

H unter N		641,0 Fuß
Krümmung und Refraktion	117,5	121,5 .
Instrument	4	
Hohgant unter Niesen		519,5 Fuß
aber Niesen über Hohgant . .		497,2 .
Unterschied der Höhen des Niesen und Hohgant		508,3 Fuß

Der Unterschied beyder Rechnungen beträgt 22 Fuß.

Ueberhaupt sieht man hier, daß die Angabe, wie viel ein Punkt höher ist als der andere, immer geringer ist als die umgekehrte. Dies rührt daher, weil die Refraktion zu stark angenommen wird, also der Höhenwinkel zu viel verringert, und der Depressionswinkel zu sehr vergrößert wird. Es ist gleichgültig, ob dies nun bey den Winkeln selbst, oder dem durch dieselben gefundenen Resultate geschieht. Nimmt man keine Refraktion an, so wird auch sie gewiß zu klein angenommen, indem man ihren Effekt gleich 0 setzt, welches wieder die Natur der Sache ist. Alsdann aber sollen die Erhöhungen zu groß, die Angabe, wie viel ein Punkt niedriger als der andere aber, zu gering ausfallen. Man bringe also blos die Wirkung der Krümmung der Erde in Anschlag, so

hat man für die ersten beyden Beobachtungen von zween Bergen.

N über S trig.	538,4	567,4	Niesen höher als Stockhorn.
Krümmung	25,0		
Instrument	4		
S unter N trig.	599,3	570,3	Stockhorn niedrig. als der Niesen.
Krüm. 25,0			
Instr. 4	29,0		

Da dies Resultat gegen das ebengesagte zeugt, so ist eins derselben falsch, nemlich wegen Fehler der Beobachtung. Ich vermuthe ersteres Resultat zu klein. Ich hätte hier, glaube ich, sonst noch Grund gehabt, die fürs erstere Resultat gemachte Beobachtungen zu ändern, wenn ich nicht glaubte verpflichtet zu seyn, meine Beobachtungen, so wie sie gemacht sind, ungeändert geben zu müßen, und der Wahrheit zu gefallen mir selbst lieber Versehen Schuld geben zu lassen.

Der Effekt der Refraktion nach der jetzt von mir gebrauchten Regel ist 25,0 — 20,0 = 5 Fuß für diese Weite. Diese ist, wie vorher gefunden worden, wenn von der Ebene aus beobachtet wird und die Differenz der Höhen etwa 5000 Fuß beträgt, ziemlich richtig, aber wenn beyde Punkte gleiche Höhe beynahe haben, so ist sie zu groß, wie folgendes noch mehr zeigt.

H unter S trig. 117,0 } 97,9 Hohgant über Stockhorn.
Krü. 210,9 }
Instr. 4 } 214,9

S unter H trig. 256,1 } 41,2 Stockhorn unter Hohgant.
Krü. 210,9 }
Instr. 4 } 214,9

Unterschied 36,7

Hievon ist die Hälfte die wahre Wirkung der Refraktion (Fehler der Beobachtung beyseite gesetzt) = ... 18,3 Fuß
Die für die Regel: Refr. im Winkel = $\frac{1}{10}$ des Bogens, ist 210,9 — 168,8 = . 42,1 .

zu groß um . . . 23,8 Fuß

N über H trig. 375,7 } 526,5 F. Niesen über Hohgant.
Krümmung 146,8
Instrument 4,0

H unter N trig. 641,0 } 490,2 F. Hohgant unter Niesen.
Krü. 146,8 }
Instr. 4,0 } 150,8

Unterschied 36,3

Also wahre Wirkung der Refraktion $\frac{36,3}{2}$ = 18,1 F.
Nach der Regel aber 146,8 — 117,5 = 29,3

ist zu groß um . . . . . 11,2 F.

Daß dieser Unterschied kleiner ist als im vorherhenden Fall, ist daher wahrscheinlich kein bloßer Fehler

Fehler der Beobachtung, weil die Differenz der Höhen in diesem Fall schon viel beträchtlicher ist; weswegen sich die Regel der Wahrheit mehr nähert, so wie auch wirklich die Refraktion in diesem Beyspiel stärker als im vorhergehenden ist, wenn gleich die Zahlen für dieselbe gleich scheinen. Man muß nur überlegen, daß die 18,3 Fuß die Wirkung derselben für 91000 Fuß, und im letztern Fall die 18,1 Fuß es schon auf die Weite von 76000 Fuß ohngefähr für die gehörigen Vertikalwinkel sind. Ferner ist die Refraktion, welche die Regel in diesem Fall angiebt, nemlich 29,3, kleiner als die im erstern von 42,1 (welche beyde Zahlen im Verhältniß der Entfernung, d. h. ohngefähr wie 76:91 sind,) um 13,8. Daher muß also die Differenz der wahren Refraktion von der, welche die Regel angiebt, in jenem Fall beträchtlicher seyn als in diesem. Die herausgebrachte Wirkung der Refraktion, welche die wahre Wirkung derselben genannt worden, ist also auch wenig davon entfernt es in der That zu seyn. Indessen will ich mich hier nicht weiter über die Refraktion einlassen, welche eine besondere Abhandlung verdient, welche ich in der Folge auszuführen gedenke, wofern ich Gelegenheit habe mit einem vollkommenern Instrument Beobachtungen anzustellen, denn hier blos in die Theorie dieses Gegenstandes einzutreten, wäre über-

flüßig, da die Genauigkeit dieser Beobachtungen ihm nicht angemessen seyn kann.

Die Mittelzahlen der von zween Bergen gefundenen Differenz der Höhen ist von dem Refraktionsfehler frey, und hat also nur die Fehler der Beobachtung noch in sich.

Die Höhe des Niesen folgt aus dem ersten Dreyeck

am Thunersee	5560,5 Fuß
aus Beob. von S und N folgt N über S	568,9 .
Also Stockhorn über den Thunersee .	4991,6 Fuß
Aus dem zweyten Dreyeck aber ist sie	4987,0 .

Unterschied 4,6 Fuß.

Niesen über den Thunersee . . .	5560,5 Fuß
aus H und N folgt H unter N . .	508,3 .
Also Hohgant über den Thunersee	5052,2 Fuß
Stockhorn über den Thunersee .	4987 .
H über S	69,5 .
Dies giebt Hohgant über den Thunersee	5056,5 Fuß

ist vom ersten Resultat um 4,3 Fuß verschieden.

Auf der Weite HS geben 10″ Fehler im Vertikalwinkel etwa 4,5 Fuß Fehler in der Höhe; folglich darf man hier sich nicht über diesen Unterschied

wundern, er dient vielmehr die Genauigkeit, welche ich mit meinem Instrument erreichen konnte, zu beweisen.

Ich setze also:

Hohgant über den Thunersee .	5054,5 Fuß
Niesen	5560,5 .
Stockhorn	4987,0 .

Höhen der Spitzen des Hochgebirgs über die vorher bestimmten Punkte und über den Thunersee.

Die Berechnung geschieht wie vorher. Ich gebe also nur die beobachteten Höhenwinkel nebst den Resultaten an. Da der Fehler der Rechnung größtentheils vom Höhenwinkel abhängt, so ist er in den meisten Fällen unbeträchtlich *), doch ist er in Betrachtung gezogen, so wie der Einfluß der Erhöhung des Beobachtungsorts über den Thunersee. Die Höhe des Instruments ist beständig 4 Fuß.

1°. Auf Hohgant ist die Erhöhung des Jungfrauhorns beobachtet worden 3° 52′ 0″. Dies giebt

J über H	6044,0 Fuß
Hohgant über den Thunersee . .	5054,5 .
Jungfrauhorn über den See .	11098,5 Fuß

2°. Auf dem Niesen ist der Höhenwinkel der Jungfrau 3° 44′ 30″. Also

Jungfrau über den Niesen . .	5512,5 Fuß
Niesen über den See	5560,5 .
Jungfrau über den See . . .	11073,0 .

*) Für die Beobachtung auf dem Gebirge ist er etwa 1,5 Fuß, und in der Ebene 6 ohngefähr.

3°. Aufs Stockhorn erschien das Jungfrauhorn unter einem Vertikalwinkel von 2° 57′ 0″. Also

Jungfrau übers Stockhorn .	6114,0 Fuß
S über den See	4987,0 .
Jungfrau über den See . . .	11101,0 .

4°. Aus B erschien das Jungfrauhorn unter einem Höhenwinkel von 5° 27′. Dies und 51 Fuß, welche B über den See ist, giebt

Jungfrauhorn über den See . 11083 Fuß

5°. Aus A erschien J, 5° 33′ 15″. Daraus erhält man Jungfrau über den See 11101 Fuß

6°. Aus a erschien J, 5° 57′ 30″. Dies verbunden mit der angegebenen um $\frac{1}{510}$ verminderte Distanz, giebt Jungfrau über den See . . 11098 Fuß

Da die Weite einen geringen Einfluß hat, so nehme ich alle Beobachtungen als gleichgültig an. Obgleich der Höhenwinkel auf dem Niesen etwas zu klein scheint, so will ich doch die Beobachtung nicht weglassen.

Die sechs Resultate für die Höhe des Jungfrauhorns über den Thunersee sind also:

I.	11098,5
II.	11073,0
III.	11101,0
IV.	11083,0
V.	11101,0
VI.	11098.

Aus diesen ist das Mittel, welches ich für die wahre Höhe annehme, 11092,5 Fuß. Die Beobachtung des Riesen, welche am stärksten abweicht, ist hievon beynahe 20 Fuß verschieden. Allein die Genauigkeit dieses Mittels ist gewiß größer, ich glaube nicht einmal den Fehler zu 10 Fuß ansetzen zu dürfen.

Höhe des Mönchs.

1°. In H ist der Elevationswinkel des Mönchs 3° 59′ 40″. Dies und H M giebt

M über H	5831,5 Fuß
H über den See	5054,5 .
Also Mönch über den See . .	10885,8 .

2°. Von N ist Elev. M, 3° 25′.

Also M über N	5321,5 Fuß
N über den See	5560,5 .
M über den See	10882 Fuß

3°. Von S ist Elev. M, 2° 45′.

Also M über S	5927,7 Fuß
S über den See	4987,0 .
Also M über den See	10914,7 .

Letzteres Resultat ist vom Mittel der erstern um 30 Fuß *) verschieden. Ein Fehler von 50″ im Höhenwinkel bringt ohngefähr einen solchen Fehler in der Höhe.

4°. Aus a ist der Höhenwinkel von M, 5° 45′. Daher M über den See . . . . 10898 Fuß.

*) Setzt man die Distanz um $\frac{1}{1100}$ zu groß, so reduzirt der Unterschied sich auf 20 Fuß.

5°. Aus A ist Elev. M, 5° 22'.
Also M über A . 10861,6 Fuß
A über den See 6,5 .
M über den See . . . . 10868 Fuß

6°. Aus B. Elev. M, 5° 15'.
M über B. . 10843,8 Fuß
B über den See 51 .
M über den See . . . . 10895 Fuß
Mittel dieser drey Resultate . . 10887 .

Läßt man das zweyte Resultat weg, weil es gewiß zu klein, so ist das Mittel der andern beyden 10896,5 Fuß. Weil aber die Distanz M von a und B etwa $\frac{1}{500}$ zu groß, so verringere ich die Höhe um $\frac{1}{500}$ oder um 20 Fuß, so bleibt die Höhe des Mönchs 10876,5.

Das Mittel der Höhe des Mönchs aus den Beobachtungen auf den Bergen gefunden, ist 10893,5 Fuß. Obgleich dieses mit den nicht verringerten Resultaten aus der Ebene gut übereinstimmt, so ist doch, da die Beobachtung aufs Stockhorn zu viel giebt, dieses Resultat gewiß zu groß. Ueberdem müßen alle Beobachtungen gleich eingehen, und ich setze daher die Höhe des Mönchs über den See ein Mittel aus 10876,5 und 10893,5 im Verhältniß der Zahl der Beobachtung wie 2:3, nemlich 10886,5 Fuß.

Höhe des Eigers.

1°. Vom Hohgant ist der Elevationswinkel der Spitze dieses Berges 4° 0′ 0″.

Daher E über H . 5427,3 Fuß

Also Eiger über den See . . . 10481,8 Fuß

2°. Vom Niesen Elev. E, 3° 10′ 30″.

Also E über N . . 4941,0 .

E über den See . . . . . 10501,5 .

3°. Vom Stockhorn Elev. E, 2° 33′ 30″.

Folglich: E über S 5499,0 .

Eiger über den See . 10486 .

Das Mittel dieser drey Resultate ist 10489,8 .

Der größte Unterschied in diesen Resultaten ist noch nicht 20 Fuß.

4°. Aus A Elev. E, 5° 17′.

Giebt E über A, . 10476,5 .

und E über den See . . . 10483,0 .

5°. Aus B Elev. E, 5° 9′.

E über B, . 10426,8 .

E über den See . . . . 10478,0 .

6°. Aus a Elev. E, 5° 39′.

E über den See . . . . . 10497,0 .

Mittel dieser drey Beobachtungen 10485,6 .

- - der vorigen . . . . . . 10489,8 .

Mittel aller oder die als wahr angenommene Höhe des Eigers über den Thunersee . . 10487,7 Fuß

Höhe des Schreckhorns.

1°. Höhenwinkel des Schreckhorns vom Niesen, 2° 33′.

Daher S über N, 5215,5 Fuß

Also Schreckhorn über den See . 10776 Fuß

2°. Elev. S von Hohgant, 3° 46′.

S über H, . . 5729,7 .

Schreckhorn über den See . . . 10784 .

Mittel beyder Resultate, giebt Schreckhorn über den See . . . . . . 10780 .

Höhe des Wetterhorns.

1°. Elev. W von H war 3° 29′.

Giebt W über H, 4622,0 Fuß

Also Wetterhorn über den See . . 9676,5 Fuß

2°. Elev. W von N, 1° 59′.

Giebt W über N, 4108,5 .

Also W über den See . . . . . 9669,0 .

Mittel aus beyden giebt die Höhe des Wetterhorns über den Thunersee . 9673 .

Für die Bestimmung der Lage und Höhe der Frau, des Doldenhorns und der Alt-Els.

Ich glaubte, daß diese drey noch beträchtlich hohe Kuppen der nördlichen Centralkette, welche gegen Westen immer niedriger wird, besser vom Niesen und Stockhorn, als von Hohgant und Niesen bestimmt werden könnten: deswegen hatte ich vernachläßiget, von Hohgant die Winkel, welche sie mit dem Niesen machen, zu messen; auch Zeit hatte gefehlt, sonst hätte ich sie, wenn gleich als überflüßig angesehen, doch der Versicherung wegen mitgenommen. Ich sah zu spät, daß ich mich geirrt. Die Dreyecke auf diesen Spitzen, welche die Distanz des Stockhorns vom Niesen zur Basis haben, sind schlecht konditionirt, deswegen habe ich sie von der Hauptreihe getrennt.

Für die Frau ist das *XVI*te Dreyeck.

dessen Winkel am	Niesen	. . . .	149° 6′ 7″
	Stockhorn	. .	20. 32. 20.
	Frau	. . . .	10. 21. 33.

Dies giebt SF . . 89584 Fuß

\- - - NF . . 61206 .

Der Elevationswinkel F von N ist 3° 43′.
Dies giebt F über N 4060 Fuß
Also Frau über den Thunersee . . 9620 Fuß
Die Elev. F von S ist 2° 50′ 30″.
Daher F über S . 4618 .
und F über den See . . . . . . 9605 .
Mittel beyder Resultate giebt:
Frau über den Thunersee . . . 9613 .

Für das Doldenhorn, *XVII*tes Dreyeck.

dessen Winkel am { Niesen . . . . . 139° 13′ 30″
Stockhorn . . 27. 37. 35.
Doldenhorn . . 13. 8. 55.

Also SD . . . . 90064 Fuß
ND . . . . 63947 .
Elev. D von N, 3° 28′ 15″.
Daher D über N . 3969 .
D über den See . . . . . 9529 Fuß
Höhenw. D von S, 2° 45′.
D über S, . 4499 .
D über den See . . . . . 9486 .
Mittel der Resultate:
Doldenhorn über den Thunersee . 9507 .

Es muß in einem der beobachteten Höhenwinkel ein Fehler vorgegangen seyn, denn die Differenz

von 43 Fuß ist zu beträchtlich; doch ist der Fehler, eine Beobachtung als richtig angenommen, nur 20 Fuß.

Für die Alt-Els, *XVIII*tes Dreyeck.

dessen Winkel am	Riesen	128° 46′ 0″
	Stockhorn . .	36. 59. 50.
	Alt-Els . . .	14. 14. 10.

Daraus ist N A . 76767 Fuß
S A . 99461 .
Höhenw. A von N, 3° 0′.
A über N . 4095 .
A über den See . . . . . 9656 Fuß
Höhenw. A von S, 2° 37′.
A über S . 4661 .
A über den See . . . . . 9648 .
Alt-Els über den Thunersee . . 9652 .

Diese Spitze ist nicht die höchste dieser Kuppe, auf welche, weil sie zu abgerundet, nicht visirt werden konnte.

Die Zuverläßigkeit in den Resultaten dieser drey Dreyecke schätze ich bis auf Ein Fünfhunderttheil.

Höhe des Finsterarhorns.

Diese Spitze hatte von Hohgant nicht beobachtet werden können; die Reise deswegen noch einmal zu unternehmen, hatte ich nicht Lust; ich suchte also eine Weite bekannt zu bekommen, wo ich nach Bequemlichkeit meine Beobachtungen vollenden konnte. Dazu dient das

*XIX*te Dreyeck.

dessen Winkel am	Niesen	27° 13′ 0″
	Stockhorn	135. 14. 0.
	Schloß Rümlingen	17. 33. 0.

Diese Winkel sind alle wirklich gemessen, und es folgt aus denselben nebst der bekannten Weite SN die Horizontal-Distanz

Schloß Rümlingen vom Stockhorn 47580 F.

Diese dient zum

*XX*sten Dreyeck.

dessen Winkel sind am	Stockhorn . .	124° 49′ 50″
	Rümlingen . .	42. 36. 10.
	Finsterarhorn .	12. 34. 0.

Dies giebt FS . . 148030 Fuß *)
RF . . 179505 .

*) Ein Fehler von 100″ in jedem beobachteten Winkel bringt in FS einen Fehler von 700 Fuß ohngefähr. Deswegen

Zu Rümlingen ist die Höhe des Instruments über den Thunersee, aus der durchs XIXte Dreyeck gegebenen Weite desselben vom Niesen und aus dem da gemessenen Höhenwinkel desselben hergeleitet. Die Höhe des Niesen über das Instrument in Rümlingen, von der Höhe dieses Berges über den Thunersee abgezogen, läßt für die Höhe des Instruments zu Rümlingen über den See 552 Fuß.

Das Finsterarhorn erscheint zu Rümlingen unter einem Elevationswinkel von 3° 16'. Dies giebt
Finsterarhorn über Rümlingen . 10904 Fuß
Also Finsterarhorn über den See . 11456 .

Auf dem Stockhorn ist der Elevationswinkel von F, 2° 19' 30''.
Daher F über S, 6465 Fuß.
Finsterarhorn über den See . . 11452 .
Mittel beyder Resultate ist . . . 11454 .

Die Genauigkeit der Bestimmung ist ihres Scheins ohngeachtet, nicht so groß bey den letzten vier Ber-

war es mir lieb noch ein Dreyeck zu haben, woraus dasselbe Resultat gezogen werden konnte. Ein Dreyeck hat die Entfernung des Münsters zu Bern vom Stockhorn 88714 Fuß gegeben. Diese Linie macht mit dem Finsterarhorn das Dreyeck FBS, der Winkel in S ist 124° 13' 20''; in B, 35° 26' 30'', also der Winkel F = 20° 20' 10''; dies giebt FS, 3 Fuß kleiner als oben und die Entfernung des Finsterarhorns von Bern 211080 Fuß.

gen, als in den vorhergehenden, wenigstens ist es nicht wahrscheinlich. Indessen ist der mögliche Fehler nicht beträchtlich. Von hohen Bergen ist, einige der Anden ausgenommen, keiner, dessen Höhe der Gewißheit dieser letztern Angaben gleich käme.

Um eine Uebersicht des Zusammenhangs der Dreyecke zu geben, habe ich die Zeichnung derselben stechen lassen. Ich glaubte die Platte nicht so ganz leer lassen zu müßen, und habe deswegen theils aus Beobachtung, größtentheils aber aus Lokalkenntniß, die Thäler und Berge hineingezeichnet. Ich glaube, da man von diesen Gegenden noch nichts hat, die Skizze einer Charte nicht überflüßig; da sie im Großen Genauigkeit hat, so konnte in dem Detail, welchen ich hineingebracht habe, nur höchst wenig gefehlt werden. Es wäre leicht gewesen, bey meinen Messungen auch den Detail geometrisch aufzunehmen: allein ich hatte genug Beschäftigung für meine Hauptabsicht auf den Bergen, und war ziemlich müde, wenn diese geendet waren.

Die Figur des Thuner- und Brienzersees ist nicht in den Kleinigkeiten richtig gezeichnet, ich habe nur auf ihre Lage gesehen: sie ist auf den bisher bekannten Charten falsch. Der Kupferstecher hat nicht den Effekt der Zeichnung in den Stich gebracht. Es ist schon mit dem Pinsel nicht gar leicht. Die

Berge

Berge in einer Charte im Profil zu zeichnen, ist höchst widersinnig, sie verstecken die Thäler. Man wird ohne mein Erinnern sehen, daß aus den Flüssen Hirschhörner gemacht worden sind.

Die Länge von Bern, wie sie auf der Charte angegeben, ist durch Beobachtungen von Verfinsterungen der Jupiters-Trabanten bestimmt; sie ist noch noch einiger Verbesserung fähig. Die Breite von Bern habe ich 46° 57′ 14″ (ein Mittel aus vielen Beobachtungen) gefunden. Es würde hier nicht der Ort seyn, hierüber zu reden, da ich in der Folge eigentlich darüber zu handeln gedenke. Auch an ein paar andern Orten ist vermittelst eines Spiegelsextanten von 1 Fuß im Halbmesser die Breite bestimmt worden.

Das Profil der Berge ist so gezeichnet, als wenn sie alle auf einer Linie durchs Wetterhorn und die Alt-Els gehend, stünden, so daß keine Perspektiv Einfluß hat, und jedes Berges Höhe die wahre ist. Die unterste Linie ist die Meersfläche, die zweyte die Höhe des Thunersees, die punktirte die Grenze des ewigen Schnees. Alles ist mit der Charte nach demselben Maaßstab.

Obgleich ich mir hier nicht vorgenommen habe, physische Betrachtungen über diese Gebirge anzustellen, so will ich doch darüber etwas sagen, das auf

ihre Lage im Ganzen Einfluß hat. Das Hochgebirge, welches auf dieser Charte vorgestellt ist, ist nicht die eigentliche Centralkette der Alpen. Mit dem Wetterhorn hören diese Berge auf beträchtliche Höhen zu haben. Oestlich der Aar ist noch der **Galenstock**, von welchem der Rhongletscher ins **Wallisthal** herabgeht, und der Fuß dieses Gebirges, das Passage der **Furka**, macht die Verbindung dieser Kette mit der südlichen Gebirgskette vom Wallis, welche die eigentliche hohe Alpenkette ist; östlich ist gleich der Gotthard (Lat. 46° 33′ 45″ und Long. 26° 7½′ also 5′ östlicher als die Charte geht) in dieser Kette, und dann kommen die Bündner Berge. Westlich gehen die Walliser Berge zu den Savoyischen. Die Berner Berge (wenn gleich die Spitzen denen der Walliskette wenig, zuweilen nichts an Höhe nachgeben) senken sich von der Jungfrau weg beständig, und gegen den Genfersee hören sie auf. Da, wo sie beträchtlich an Höhe abnehmen, von der Alt-Els weg westlich, hört auch ihre granitartige Natur auf, und der Weg über die Gemmi, westlich am Fuß der Alt-Els zum Leukerbad, geht über lauter Kalk. Der Weg über die Grimsel fängt an granitartig zu werden, so bald man neben der Aar im Parallel des Hochgebirges kommt. Doch zeigt sich der wahre Granit erst gegen Guttannen am Fuß des Hochritz-

lihorn; der Rücken, welchen man Grimsel nennt *), ist Granit, und Kuppen von 8600 Fuß Höhe übers Meer bestehen noch aus denselben. Allein die hohen Berge Finsterarhorn, Schreckhörner und mehrere sind Gneiß. Ich wunderte mich nicht wenig, da ich diese Berge in der Gegend der Grimsel zum erstenmal besuchte, kein Stück Granit zu finden, welche Gebirgsart damals als ihr Bestandtheil angegeben wurde. Diese Gneißgebirge stehen auf einem Untersatz von Granit, ohngefähr 1000 Klafter übers Meer hoch. An der nördlichen Seite lehnet sich Schiefer und Kalk gegen die hohen Berge an.

So wie das Berner Hochgebirge der Alpenkette parallel geht, so gehen die folgenden wieder mit diesen parallel. In den Bergen, welche ich bis jetzt bereiset, finde ich nicht, daß man sagen dürfe, Bergketten gehen auf der Hauptkette rechtwinklicht. Gewöhnlich treffen die Nebenarme den Hauptstamm unter einem sehr spitzen Winkel.

Die nördliche Kette des Grindelwaldes geht ihrer Hauptkette parallel, mit etwa 8500 Fuß zur größten Höhe übers Meer. Dann folgen auf der nördlichen Seite der Aar die nördliche Kette des Brienzersees der vorigen parallel, und wie diese Kalkgebirge auf Schiefer ruhend, welcher an einigen Orten zu

*) Nicht Grimselberg.

Tage ausbricht. Auf der südlichen Seite der Aar ist es eben so; die Riesenkette, welche dem Hochgebirge ebenfalls parallel geht, ist nicht mehr Kalk, sondern eine Breccia, welche auf Schiefer liegt. In der Breccia selbst finden sich bis zur höchsten Spitze (7340 Fuß übers Meer) Versteinerungen. Die Stockhornkette ist Kalk so weit ich sie kenne, wahrscheinlich ein sekondaires Kalkgebirge. Am Fuß des Beatenberges im Habcherenthal trift man häufig Breccia *), auf welcher der Kalk des Beatenberges zu liegen scheint. Dies scheint bey flözartigen Kalkgebirgen ziemlich allgemein zu seyn. In Italien habe ich dies an einigen Stellen, wo sich die Alpen gegen die Ebene senken, auffallend deutlich gesehen. — Die Gebirge der dritten Art folgen gegen Norden dem Beatenberge und der Stockhornkette. Man übersieht in Untersuchungen dieser Art nur das Allgemeine aus den genauen Beobachtungen der Theile, weswegen ich hier für diesmal mich nicht weiter einlasse.

*) Schweizerisch Nagelfluh.

Höhe des Thunersees über das Meer.

Die trigonometrischen Messungen geben die Höhe über den Beobachtungsort, also eigentlich nur relative Höhen. Diese sind zur Vergleichung mit Höhen in andern Ländern nicht geschickt; man muß sie von derselben Fläche rechnen, zu welcher man die natürliche, das Meer, gewählt hat. Die Berghöhen über dasselbe kann man absolute oder wirkliche Höhen nennen. Um diese angeben zu können, muß die wirkliche Höhe des Beobachtungsorts, von welcher die relativen Höhen bestimmt sind, bekannt seyn.

Dieses trigonometrisch zu messen, ist zwar, wenn man nicht zu weit vom Meer entfernt ist, nicht unmöglich, aber doch sehr weitläufig, so daß man gewohnt ist sich mit dem Resultat zu begnügen, welches aus dem beobachteten Barometerstand am Meer, und an dem Ort, dessen Höhe über das Meer man wissen will, hergeleitet wird. Ich habe zwar Beobachtungen des Barometers am Thunersee und korrespondirende in Bern, aber am Meer keine. Ich habe daher die Höhe des Thunersees über das mittelländische Meer folgendermaßen bestimmt.

Der Stand des Barometers in Bern im untersten Stockwerk des Hospitals *) ist 26,385 Paris. Zoll. Wärme der Luft 6,84 Grad Reaumür.

Beyde Angaben sind die Mittelzahlen aus Tabellen für zwölf Jahr Beobachtung, welche der Herr Oberkommissarius von Manuel nebst andern ähnlichen Resultaten berechnet und mir mitzutheilen die Güte gehabt hat.

Mit 10,2 Grad Reaum. ist die mittlere Barometerhöhe am Meer, 28,1867 Zoll bey 13,33° Wärme der Luft **).

Bey den Barometer-Beobachtungen in Bern ist die Wärme des Quecksilbers desselben nicht angegeben. Ich glaube aber, daß, da das Zimmer, worinn das Barometer hieng, bewohnt ist, die mittlere Temperatur desselben nicht von 10 Grad der Temperatur des Barometers am Meer entfernt seyn kann; deswegen lasse ich beyde Barometerstände ungeändert. Die Differenz der Logarithmen derselben giebt zur Differenz der Höhe der Beobachtungsorte 286,87 Toisen. Allein die Temperatur der Luft am Meer für die dasigen Beobachtungen ist 13,33 Grad, zu

*) Dieser liegt im höchsten Theil der Stadt 148 Fuß über die Aar.

**) Nach Beobachtungen von Sir G. Shukburgh, Philos. Transact. for 1777.

Bern 6,84, die mittlere Wärme der Luft also 10,08 Grad, weswegen eine Correktion von $\frac{11,5 - 10,08}{192}$ *) der Höhe noch zu machen ist; diese beträgt 2,13 Toisen, und ist zu subtrahiren, so bleibt für die Höhe von Bern über das Meer 284,74 Toisen oder 1708,5 Fuß.

Aus Beobachtungen während 15 Tagen zu Schadau am Thunersee, und zu Bern findet sich, daß der Thunersee 71 Fuß über Bern liegt. Der Ort, wo die Beobachtungen zu Bern gemacht wurden, hat nach einer Beobachtung dieselbe Höhe als derjenige, dessen Höhe über das Meer eben berechnet worden **). Es ist also die Höhe des Thunersees über das Meer = 1708,5 + 71 = 1779,5 Fuß, wofür ich die runde Zahl von 1780 Fuß annehme.

Ich bin begierig gewesen, dieses noch auf einem andern Wege zu bestimmen. In der Absicht habe ich die Barometer-Beobachtungen, welche man beständig zu Genf anstellt, mit denen zu Schadau verglichen. Jeden Tag sind an beyden Orten drey Beob-

*) Nach der von Hrn. Trembley in französisches Maaß gemachten Uebersetzung der Regel für's englische, welche die Herren Shukburgh und Roy ohne sonderliche Verschiedenheit gemacht haben. Siehe de Saussure: Voyages aux Alpes, Tome II.

**) Die Aar hat also vom Thunersee bis Bern, einen Fall von 148 + 71 oder 219 Fuß.

achtungen gemacht, aus welchen ich das Mittel genommen, und die Berechnung für jeden einzelnen Tag gemacht. So habe ich für die 15 Tage, während welchen das Barometer zu Schadau beobachtet worden ist, folgendes Resultat erhalten.

Thunersee über Barometer in Genf	547,5 Fuß
Der Beobachtungsort in Genf über den Genfersee	87,0 .
Also Thunersee über den Genfersee	634,5 Fuß
Genfersee über das Meer *) . .	1152,5 .
Thunersee über das Meer . . .	1787 Fuß

Dieses Resultat ist vom erstern nur um 7 Fuß verschieden, welches bey dem jetzigen Zustand der Kenntniß des Höhenmessens mit dem Barometer alle nur mögliche Genauigkeit ist, und dem Resultat 1780 Fuß Zutrauen verschaffen muß. Diese Größe zu den gefundenen Höhen der Berge über den Thunersee **) addirt, giebt ihre Höhe über das Meer.

*) De Lücs Angabe ist 188 Toisen oder 1128 Fuß, sie ist aber zu klein. Meine Angabe ist nach Shukburghs.

**) Seine Oberfläche ist einer Veränderung von 6 Fuß Höhe fähig. Es ist die mittlere Sommerhöhe des Sees hier angenommen worden.

Höhe der trigonometrisch gemessenen Berge des Canton Bern über das Meer.

Finsterarhorn . . .	13234	Fuß
Jungfrauhorn . . .	12872	.
Mönch	12666	.
Schreckhorn . . .	12560	.
Eiger	12268	.
Wetterhorn	11453	.
Alt-Els	11432	.
Frau	11393	.
Doldenhorn . . .	11287	.
Niesen	7340	.
Morgenberghorn . . .	6990	.
Hohgant	6834	.
Stockhorn	6767	.

Nach Shukburghs Messung.

Mont-blanc	14700*)	Fuß
Aiguille d'Argentiere .	12550	.

*) Dies ist der höchste Berg in der Alpenkette, welchen der Monte Rosa folgt, welcher 14153 Fuß Höhe hat, nach Beccaria.

Der bisher als der höchste bekannte Berg ist der Chim-

Buet	9492 Fuß
Mole	5735 .
Dole, höchster Punkt des Jura	5182 .
Saleve	4235 .

Aus barometrischen Beobachtungen.

Pettina, höchste Spitze des Gotthards	8385 Fuß
Höchster Punkt des Weges über den Gotthard . . .	6357 .
— — — die Grimsel	6570 .
Siddelhorn	8580 .
— — — Gemmi	6985 .
— — — Bernhard	7530 .
— — Grindelwald Scheideck	6045 .

borasso (Vulkan), 19320 Fuß. Der Pic von Teneriffa ist nach der Messung der Hrn. Borda und Pingre 1745 Toisen oder 10470 Fuß. Hr. Mongez fand das Barometer auf dieser Spitze 19 Zoll 1 Lin. Dies giebt mit der mittlern Barometerhöhe am Meer bey 11,5 Grad Wärme nur 1695 Toisen; allein es ist zu vermuthen, daß das Barometer am Meer über die mittlere Höhe gewesen ist. Es ist diesem Berg beständig etwas an Höhe abgenommen worden, die Messung von denen Hrn. Borda und Pingre gab auch Anfangs ein Resultat von 1900 Toisen, es war aber ein Rechnungsfehler. Aetna ist nach Hrn. von Saussüre Barometer-Beobachtung 10280 Fuß; Vesuv 3695; (des de la Torre Angabe ist um 2000 Fuß zu klein) Hekla 4600. Der höchste des Appennin ist Monte Vellino 7878 Fuß, von den Pyreneen Vignemale, nach la Peirouse, 10740 Fuß.

Faulhorn, südliche Kette des Brienzersees	8020 Fuß
Grindelwald	3150 .
Lauterbrunnen *) . . .	2450 .

*) Die Cascade, der Staubbach, fällt nach zweyen barometrischen Messungen über eine 925 Fuß hohe Wand herab.

Bayerische Staatsbibliothek München

Ich hatte mir vorgenommen noch in theoretischen Betrachtungen über diese Messung weiter zu gehen, allein ich fürchtete, während dem Schreiben über meine geringen Bemühungen zu weitschweifig zu werden, denen, welche Dinge dieser Art kennen, nicht viel Neues, und denen, welche zu lernen haben, nicht hinlänglich unterrichtend zu seyn. Indessen ist der letztern Classe wegen etwas über Refraktion, Krümmung, ꝛc. gesagt. Jeder fühlt in seiner Lage am beßten, was nützen kann. Es ist nicht schlimm, daß jemand, den blos Neugierde zum Lesen treibt, auch außer deren Stillung noch etwas Belehrendes findet; in kleinen Portionen wird so etwas zuweilen angenommen.

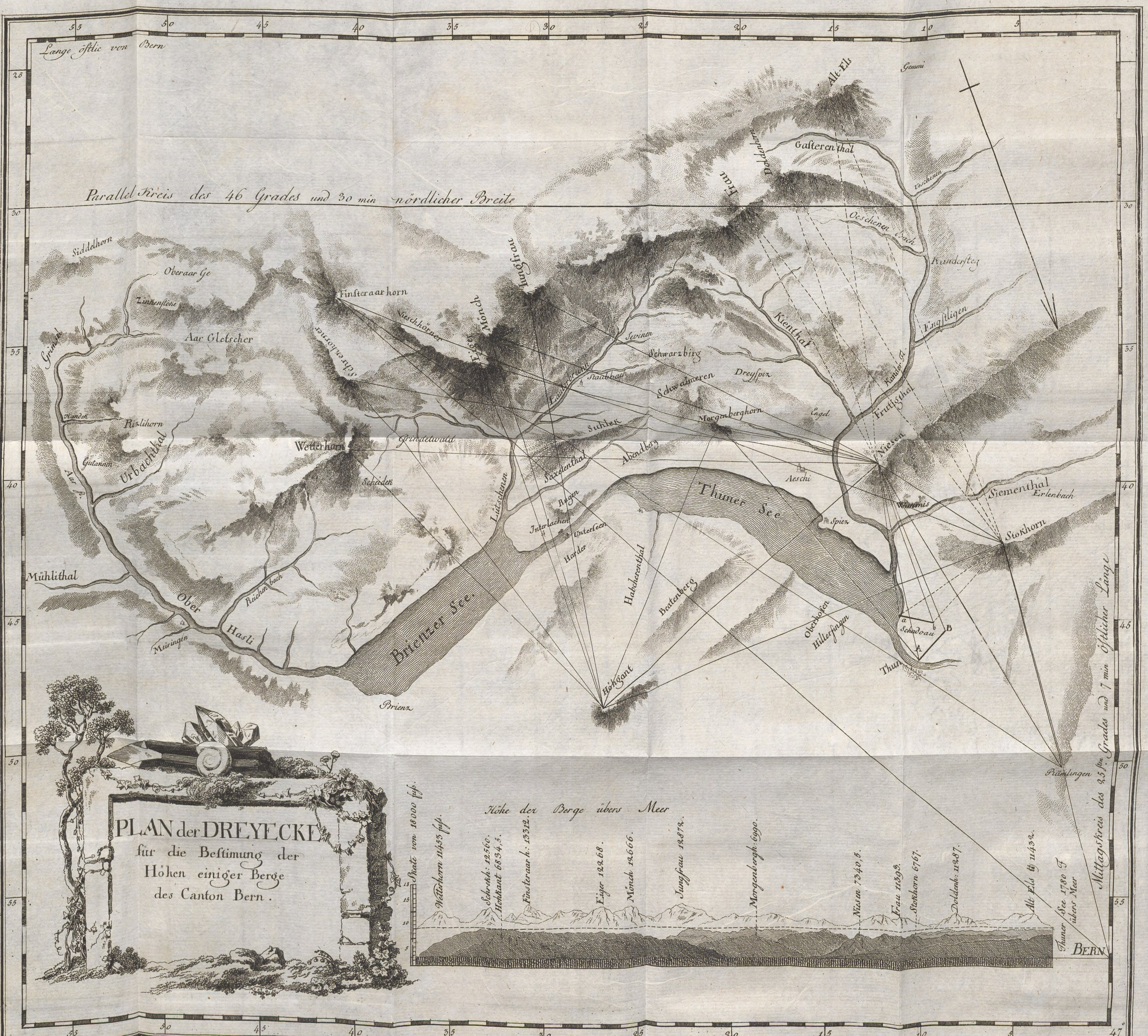
Daß die Resultate meiner Bemühungen vollkommener seyn könnten, davon bin ich überzeugt. Wer das unangenehme Schwürige bey Beobachtungen dieser Art in diesem Lande kennt, wird es mir nicht verargen, daß ich nicht Lust habe, nochmal umzukehren und die dritten nicht gemessenen Winkel zu messen. Man muß ein Millionair seyn, um für eine Ausgabe von tausend Gulden, zum Fortgang der Wissenschaften, Dank zu empfangen. Wenn gleich der Werth eines Werks der Mühe und den Kosten nicht allemal entspricht, so darf ich doch hoffen, billige Leser werden meine Bemühungen mit der Nachsicht aufnehmen, welche derjenige verdient, der guten Willen hat, sein Scherflein zur Vermehrung von Kenntnissen beyzutragen.

Was die Beschreibung der Operationen betrift, so kann es wohl seyn, daß hie und da etwas daran auszusetzen ist. Aber ich gebe gerne denen freyes Feld, die sich an dem Splitter ins Nächsten Auge weiden; sonst wüßte ich hie und da noch einiges zu erinnern: es im Augenblick des Niederschreibens besser zu machen, hätte ich mehr Heiterkeit nöthig gehabt.

Der folgende oder dritte Beytrag wird das Höhenmessen mit dem Barometer betreffen.

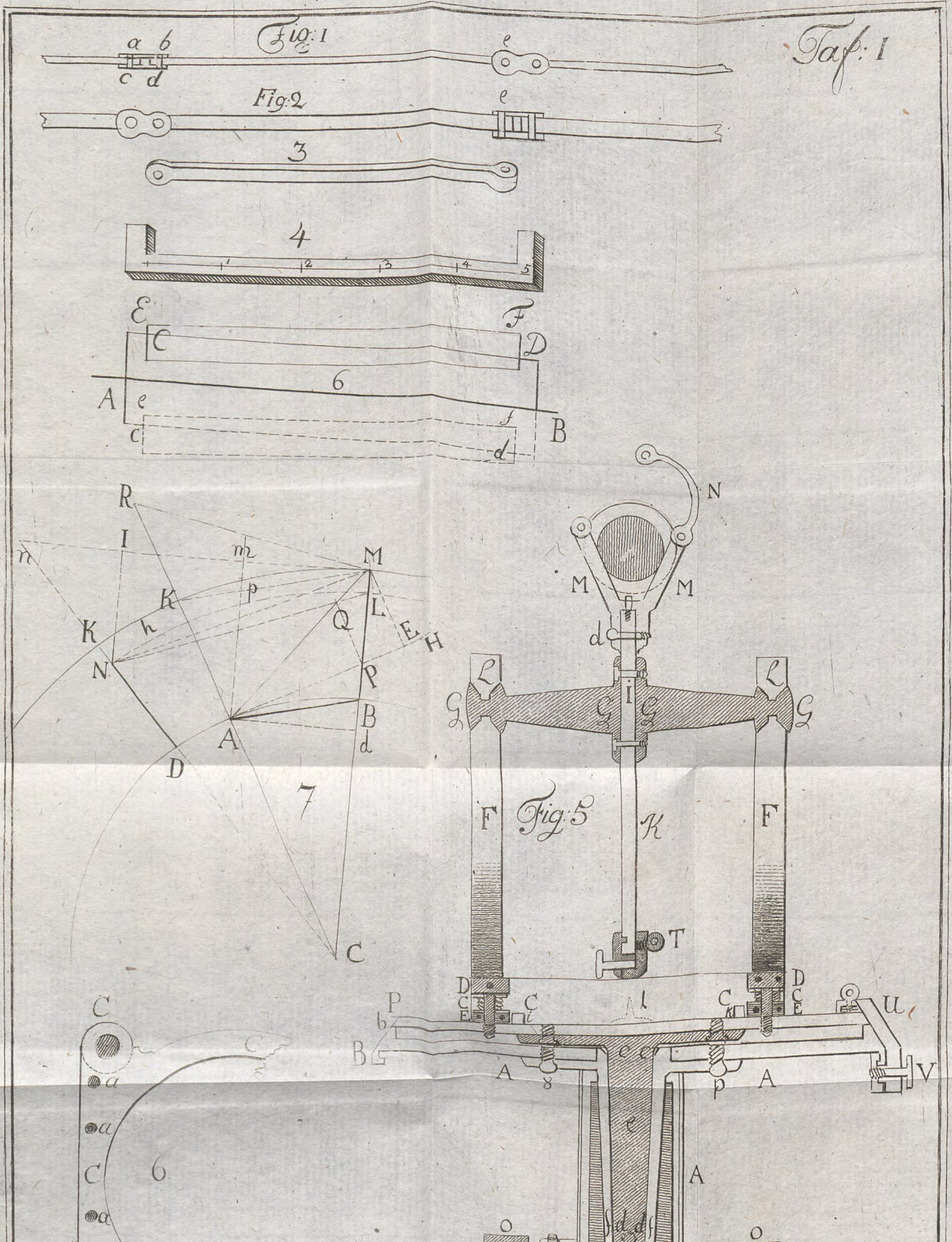
Durch ein Versehen ist auf der Charte die Höhe des Finsterarhorns falsch angegeben, die im Texte ist die wahre.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

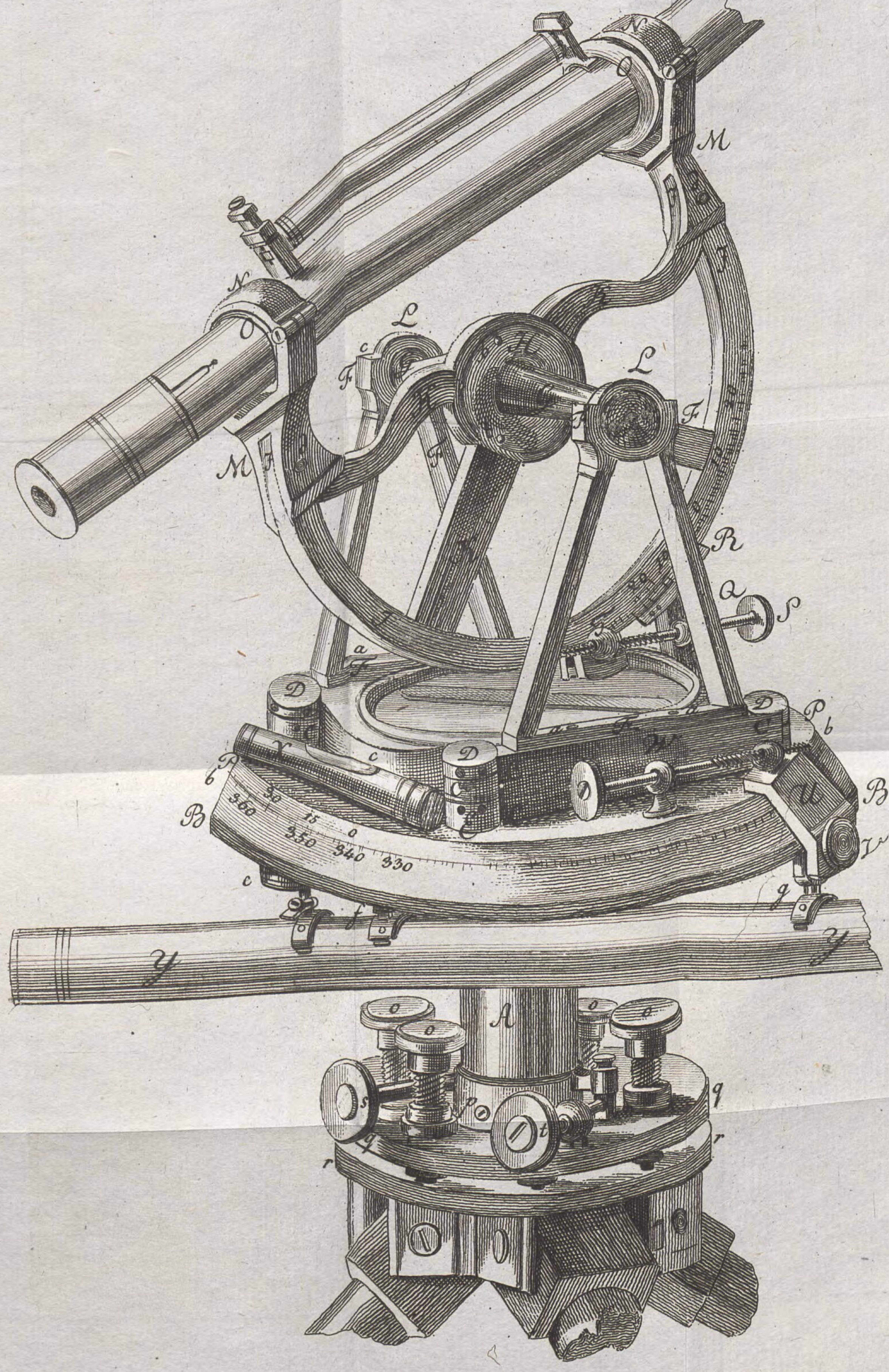


PLAN der DREYECKE
für die Bestimung der
Höhen einiger Berge
des Canton Bern.
Länge östlic von Bern
Parallel Kreis des 46 Grades und 30 min nördlicher Breite
Mittagskreis des 25.sten Grades und 7 min östlicher Länge
Höhe der Berge übers Meer
Skale von 18000 fuß.
Wetterhorn 11453 fuß.
Schrekh: 12560.
Hohkant 6834,5.
Finsteraar h: 13312.
Eiger 12268.
Mönch 12666.
Jungfrau 12872.
Morgenbergh: 6990.
Niesen 7340,5.
Frau 11393.
Stokhorn 6767.
Doldenh: 11287.
Alt Els 11432.
Thuner See 1780 F übers Meer
BERN
Alt-Els
Gemmi
Gasterenthal
Doldenh.
Frau
Oeschenen Bach
Kandersteg
Jungfrau
Mönch
Eiger
Finsteraarhorn
Siddelhorn
Oberaar Gl.
Aar Gletscher
Grimsel
Ritzlihorn
Urbachthal
Wetterhorn
Schwarzbirg
Kienthal
Engstligen
Frutigthal
Dreyspiz
Morgenberghorn
Niesen
Aeschi
Thuner See
Siementhal
Erlenbach
Stokhorn
Wimmis
Spiez
Saxetenthal
Abendberg
Lütschenen
Interlachen
Unterseen
Harder
Habkerenthal
Beatenberg
Oberhofen
Hilterfingen
Schadau
Thun
Högant
Brienzer See.
Brienz
Ober Hasli
Meiringen
Mühlithal
Reichenbach
Grindelwald
Scheideck
Staubbach
Sulzek
Pfärtlingen

es
ce.


Taf: 1
Fig: 1
Fig: 2
3
4
6
7
Fig: 5

Taf II.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Tralles, Johann Georg, 1763-1822

Beyträge für allgemeine Naturlehre und Geologie

Bd.: 1

Bern 1790

BHS II K 66-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708153-0
VD18 90068556